CONSULTORÍA

EVALUACIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA

Quinto entregable:
Producto N.º 07
"Informe final de evaluación de la línea de costa."

Autores:

Campusano Baltazar, Félix Arturo
Delgado Galván, Janeth Camila
González Vásquez, Antonella Margott

Tabla de contenidos

Tabla de contenidos 2
1. Introducción 7
2. Objetivos 9
3. Área de estudio 9
3.1. Área de estudio de las zonas de Chancay, Huacho y Supe Puerto 9
3.2. Áreas de estudio de las zonas de Cabo Blanco, Vichayito – Los Órganos y Máncora 10
3.3. Ubicación geográfica 10
3.3.1. Ámbito Lima provincia 10
3.3.2. Ámbito Talara - Piura 11
3.4. Condiciones climáticas 12
3.4.1. Clima de la playa Chancay 12
3.4.2. Clima de las playas Huacho y Supe Puerto 13
3.4.3. Clima de las playas Máncora, Los Órganos – Vichayito y Cano Blanco 13
3.5. Geología 14
3.5.1. Geología de la playa Chancay 14
3.5.2. Geología de la playa Huacho 15
3.5.3. Geología de playa Supe Puerto 16
3.5.4. Geología de playa Cabo Blanco 17
3.5.5. Geología de playa Los Órgano – Vichayito 18
3.5.6. Geología de playa Máncora 19
3.6. Geomorfología 21
3.6.1. Geomorfología de la playa Chancay 21
3.6.2. Geomorfología de la playa Huacho 21
3.6.3. Geomorfología de la playa Supe Puerto 21
3.6.4. Geomorfología de la playa Cabo Blanco 21
3.6.5. Geomorfología de la playa Vichayito - Los Órganos 21
3.6.6. Geomorfología de la playa Máncora 22
3.7. Mareas y Oleaje 22
3.7.1. Mareas y Oleaje de las playas Chancay, Huacho y Supe Puerto 22
3.7.2. Mareas y Oleaje de las playas Máncora, Vichayito - Los Órganos y Cabo Blanco 22
4. Materiales y Métodos 23
4.1. Identificación de la morfología de la línea de costa 23
4.2. Identificación de infraestructura antrópica y mapeo de la cobertura y uso de la tierra 23

4.2.1. Identificación y delimitación de áreas de trabajo 24
4.2.2. Descarga de imágenes satelitales 25
4.2.3. Recopilación y sistematización de información 25
4.2.4. Leyenda de coberturas y uso actual de la tierra 26
4.2.5. Identificación y digitalización cartográfica 27
4.2.6. Mapas temáticos cartográficos 30
4.3. Perfiles de playa 31
4.3.1. Levantamiento de perfiles de playa 31
4.3.2. Análisis de los datos de perfiles de playa 34
4.3.3. Capacitación sobre el levantamiento de perfiles de playa 37
4.4. Cambios de línea de costa 38
4.4.1. Imágenes satelitales 38
4.4.2. Extracción de las líneas de orilla 41
4.4.3. Medición de los cambios de posición de las líneas de orilla 43
4.4.4. Cálculo del margen de error 47
5. Resultados 48
5.1. Identificación de la morfología de la línea de costa 48
5.1.1. Morfología en la línea de costa en el Área Piloto Punta Salinas-Végueta 50
5.1.2. Morfología de la línea de costa en el Área Piloto Cabo Blanco-Máncora 57
5.2. Identificación de infraestructura antrópica y mapeo de la cobertura y uso de la tierra 65
5.2.1. Área de trabajo Chancay 65
5.2.2. Área de trabajo Huacho 66
5.2.3. Área de trabajo Supe Puerto 68
5.2.4. Área de trabajo Cabo Blanco 70
5.2.5. Área de trabajo Vichayito - Los Órganos 71
5.2.6. Área de trabajo Máncora 72
5.3. Perfiles de playa 73
5.3.1. Variación de los perfiles en las playas asociadas con el Área Piloto Punta Salinas – Végueta 74
5.3.2. Variación de los perfiles en las playas asociadas con el Área Piloto Cabo Blanco – Máncora 82
5.3.3. Variación de las pendientes en las playas asociadas con el Área piloto Punta Salinas - Végueta 92
5.3.4. Pendientes en las playas asociadas con el Área Piloto Cabo Blanco – Máncora 96
5.3.5. Capacitación sobre el levantamiento de perfiles de playa 103
5.4. Cambios de línea de costa 108

5.4.1. Cambio de las líneas de orilla en las diferentes zonas del área piloto de Huacho (Punta Salinas - Végueta) 110

5.4.2. Cambio de las líneas de orilla en las diferentes zonas del área piloto de Máncora – Cabo Blanco 138

5.4.3. Tendencias de erosión y acreción entre las zonas evaluadas y entre las estaciones de primavera y verano durante los últimos 35 años 158

6. Conclusiones 162

7. Estudios posteriores 164

8. Referencias bibliográficas 165

9. Apéndice 172

APÉNDICE A-1. Lista de los perfiles de playa medidos, periodo 1, estación primavera, donde se muestra los nombres, códigos asignados a cada perfil, fechas de medición, tipo de sustrato y tipo de rotura de ola. 173

APÉNDICE A-2. Lista de los perfiles de playa medidos, periodo 2, estación verano, donde se muestran los nombres, códigos asignados a cada perfil, fechas de medición, tipo de sustrato y tipo de rotura de ola. * Se midió un nuevo perfil PSPBC en vez de PSPC. 175

APÉNDICE A-3. Mapa de cobertura y uso actual de la tierra del ámbito de la playa Chancay. 177

APÉNDICE A-4. Mapa de cobertura y uso actual de la tierra del ámbito de la playa Huacho. 178

APÉNDICE A-5. Mapa de cobertura y uso actual de la tierra del ámbito de las playas Supe Puerto. 179

APÉNDICE A-6. Mapa de cobertura y uso actual de la tierra del ámbito de la playa Cabo Blanco. 180

APÉNDICE A-7. Mapa de cobertura y uso actual de la tierra del ámbito de la playa Vichayito – Los Órganos. 181

APÉNDICE A-8. Mapa de cobertura y uso actual de la tierra del ámbito de la playa Máncora. 182

APÉNDICE A-9. Tabla con las coordenadas de la ubicación y dirección con rumbo y distancias de los perfiles de playa en Chancay, -huacho y Supe Puerto en periodo 1, primavera 2020 183

APÉNDICE A-10. Tabla con las coordenadas de la ubicación y dirección con rumbo y distancias de los perfiles de playa en Cabo Blanco, Vichayito y Máncora en primer periodo, primavera 2020 184

APÉNDICE A-11: Tabla con las coordenadas de la ubicación y dirección con rumbo y distancias de los perfiles de playa en Chancay, Huacho y Supe Puerto en periodo 2, verano, diciembre 2020. * Nuevo perfil medido en vez de perfil PSPC. 185

APÉNDICE A-12. Tabla con las coordenadas de la ubicación y dirección con rumbo y distancias de los perfiles de playa en Cabo Blanco, Vichayito y Máncora en segundo periodo, verano, enero 2021. 186

APÉNDICE A-13: Tabla con las coordenadas de la ubicación de los monumentos permanentes vinculados con los perfiles de playa de Chancay, Huacho y Supe Puerto. * Nuevo perfil medido en vez de PSPC. 187

APÉNDICE A-14: Tabla con las coordenadas de la ubicación de los monumentos permanentes vinculados con los perfiles de playa de Cabo Blanco, Vichayito y Máncora. . 188

APÉNDICE A-15. Pendientes de los perfiles de playa en Chancay, Huacho y Supe Puerto para el primer periodo, primavera. 189

APÉNDICE A-17. Pendientes de los perfiles de playa en Cabo Blanco, Vichayito y Máncora para el primer periodo, primavera. 191

APÉNDICE A-18. Pendientes de los perfiles de playa en Cabo Blanco, Vichayito y Máncora para el segundo periodo, verano. 192

APÉNDICE A-19. Resumen de los parámetros calculados para las tasas (LRR) de cambio de las líneas de orilla en las playas de interés, durante las primaveras entre 1985-2020. 193

APÉNDICE A-20. Desplazamientos promedios (m) y tasas promedias de desplazamientos (m/año) de las líneas de orilla en las playas de interés para los periodos de primavera entre 1985 – 2020. 194

APÉNDICE A-21. Resumen de los parámetros calculados para las tasas (LRR) de cambio de las líneas de orilla en las playas de interés, durante los veranos entre 1986-2021. 195

APÉNDICE A-22. Desplazamientos promedios (m) y tasas promedias de desplazamientos (m/año) de las líneas de orilla en las playas de interés para los veranos entre 1986 – 2021. 196

APÉNDICE A-23. Tabla: Resultados del margen de error obtenido a partir de los perfiles de playa correspondientes al periodo 1, primavera. 197

APÉNDICE A-24. Tabla: Resultados del margen de error obtenido a partir de los perfiles de playa correspondientes al periodo 2, verano. 198

10. Anexos 199

Anexo 1. Ficha de dato para el registro de las mediciones de perfiles de playa. 199

Anexo 2. Programa de capacitación sobre el levantamiento de perfiles de playa. 200

Anexo 3. Guía de campo sobre el levantamiento de perfiles de playa. 202

Anexo 4. Lista de participantes durante las capacitaciones sobre el levantamiento de perfiles de playa, durante el primer periodo, primavera. 204

Anexo 5. Listas de participantes de las capacitaciones sobre el levantamiento de perfiles de playa, durante el segundo periodo, verano. 207

11. Glosario 210

RESUMEN

La evaluación de la línea de costa es útil en el conocimiento de los cambios morfológicos en los ambientes costeros como playas, acantilados, estuarios etc., y de la dinámica que ocurre entre la interacción del ambiente subaérea y sumergido. Entender la morfodinámica de las playas es de importancia para llevar a cabo de manera objetiva: la planificación de proyectos de ingeniería costera, gestión en el uso y aprovechamiento del ambiente con enfoques ecosistémicos, y en la elaboración de normativas por directivos y políticos. Por ello, en este estudio se llevó a cabo la evaluación de la línea de costa en los ámbitos de las provincias de Talara (departamento de Piura), Barranca, Huaura y Huaral (departamento de Lima). El análisis de las líneas de costa se llevó a cabo por el método de la percepción remota usando imágenes satelitales en un sistema de información geográfica, y mediante trabajos de campo para el levantamiento de perfiles de playa por el método de *Emery*, en dos periodos, primavera y verano Esta información se complementó con la identificación de la morfología de línea de costa y la identificación de la infraestructura antrópica y mapeo de la cobertura y uso de la tierra de los ámbitos provinciales, obtenidos por fotointerpretación empleando imágenes satelitales. Como parte del estudio se llevó a cabo la capacitación sobre el levantamiento de perfiles de playa a los funcionarios de los gobiernos locales vinculados al área de trabajo para la gestión de zonas marino costeras. Se detectaron zonas con procesos de y tendencia hacia la erosión y acreción. Las playas en las provincias de Barranca, Huaral y Talara presentan prevalencias de procesos y tendencias de acreción, en cambio en las playas de la provincia de Huaura prevalecen procesos y tendencias erosivos durante las primaveras y veranos en los últimos 35 años. Resulta necesario complementar la información obtenida con monitoreos posteriores sobre la medición de los cambios de la línea de costa para mantener actualizado los registros y así esto sirva en la toma de decisiones sobre el uso y aprovechamiento eficiente y sostenible de estos ambientes marinos costeros.

1. Introducción

La playa constituye uno de los activos medioambientales más importantes de los recursos costeros. No solo acostumbra a ser la base de la actividad turística, de especial relevancia en muchos países, sino que es soporte de una gran riqueza biológica y es un instrumento eficaz a la hora de llevar a cabo una política de protección de costas (Yepes, 1999). Sin embargo, las playas están en constante movimiento, continuamente cambian de forma y viran su posición en respuesta a los vientos, olas, mareas, nivel relativo del mar, y las actividades humanas. Los cambios más significantes ocurren estacionalmente y después de los temporales. Durante el verano las playas son generalmente más altas y arenosas que en invierno. Durante el invierno la arena que se pierde se mueve desde la playa subaérea hacia las áreas subacuáticas para formar barras de arena (McLachlan & Defeo, 2018; Short, 2012; 2001). Esto pasa como un resultado del cambio de la forma de la ola debido a la actividad de temporales más intensos. Durante la primavera y el verano temprano, después de un temporal, la arena en la región subacuática cerca a la orilla se mueve y retorna hacia la playa subaérea. Una vez en la playa, los granos de arena más finos son transportados por la acción del viento para formar dunas de arena alta y anchas conocidas como dunas costeras. Estas interacciones estacionales y relacionadas con los temporales y los cambios en la forma, volumen y posición de las playas, dunas y áreas subacuáticas cerca a la orilla producen lo que se conoce como equilibrio dinámico (Dean, 2005).

A partir del equilibrio dinámico del perfil de playa vamos a obtener la evolución de la línea de costa, que se define según USACE (1984) como la intersección entre el aire, tierra y mar. Otra definición más precisa de la línea de costa es la intersección entre la línea máxima promedia de marea (Mean High Water Line, MHW) y la orilla (shore). En los Estados Unidos la línea de orilla (*shoreline*) está definida legalmente como la MHW, como se observa en las cartas náuticas elaboradas por la NOAA (*National OCeanic and Atmospheric Administration*) (Bird, 2008). En Perú la línea de costa en las cartas náuticas está referida al nivel medio de bajamares de sicigias ordinarias (NMBSO)[1]. Cabe señalar que en castellano el término "línea de costa" es usada generalmente para referirse indistintamente a los términos en inglés "shoreline" y "coastline". Sin embargo, los términos en inglés shoreline y coastline en la mayoría de los casos tienen definiciones diferenciadas. Generalmente, la definición de línea Shoreline es el borde del agua moviéndose horizontalmente a medida que la marea sube y baja, de ahí que existe una línea de marea baja, una línea de marea intermedia y una línea de marea alta (Bird, 2008). La línea shoreline no es fácil identificar en la naturaleza en contraste con la línea coastline, la cual es definida como la línea que indica un cambio geomorfológico entre la orilla y la costa (Mangor et

[1] Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN). 2000. BAHÍA ÁNCON A ISLA PACHACAMAC. PERÚ HIDRONAV, CARTA 223. Rev 30/01/04.

al, 2017). En las costas con acantilados la línea coastline es tomada como el pie del acantilado en un nivel de marea alta (Mangor *et al.*, 2017; Bird, 2008).

Esta detección de la línea de costa y su posición cambiante en función del tiempo es importante tanto para los investigadores costeros, ingenieros de costas como para los gestores de la zona marina costera. La planificación de las zonas costeras necesita información sobre la localización de las líneas de costa, tanto en el pasado como en el presente y también sobre las predicciones futuras. El análisis de dicha información es útil en ante la aceleración del cambio social y ambiental en todo el litoral mundial, la definición de zonas de riesgos costeros, en el ordenamiento de los límites legales, así también necesaria para la formulación de políticas que regulen el desarrollo costero, la gestión, protección y recuperación de ambientes litorales, etc. (referencias en Boak & Turner, 2005).

Las mediciones de las líneas de costa pueden realizarse o integrarse por distintos métodos, como la percepción remota, cartografía, levantamiento de información en campo; todos ellos dentro de un sistema de información geográfica (SIG). La detección de la línea de costa en el distrito de Buenaventura (en el Pacífico de Colombia), se ejecutó por medio de imágenes satelitales Landsat, detectando posiciones históricas durante un periodo de 30 años, en una costa donde la geomorfología incluye playas, acantilados, estuarios, deltas y marismas. Además, se utilizó el análisis estadístico con la herramienta DSAS (Digital Shoreline Analysis System) para encontrar estimaciones de las distancias y tasas de cambio de las líneas costeras, determinando que la zona norte del área de estudio presenta procesos más avanzados de acreción (Cifuentes et al., 2017). Para la reconstrucción de la línea de Costa del periodo 1980 - 2019, en la península de Yucatán, se usaron imágenes satelitales de la colección Landsat, digitalizando y analizando espaciotemporalmente las líneas de costa correspondientes a los años 1980, 1990, 2000, 2010 y 2019, demostrando así que en la península los procesos erosivos están predominando sobre los acumulativos (Martinez et al, 2020). La evolución de la línea de costa de la playa de Es Trenc (S. Mallorca, España) desde 1956 hasta el 2015, se realizó con la ayuda de un Sistema de Información Geográfica (SIG), junto a una herramienta denominada Digital Shoreline Analysis System (DSAS), estudiando los parámetros estadísticos y teniendo como resultado una tendencia erosiva general en toda la playa (Martín et al, 2018).

Ante lo mencionado, en el presente estudio se determinó las líneas de costa histórica, para el periodo 1986 – 2021 durante las estaciones de verano (periodo 2); por medio del análisis de imágenes satelitales con procesos semiautomáticos (con el software CoastSat), incluyendo la percepción visual. Respecto al análisis de las líneas de orilla detectadas y extraídas de las imágenes satelitales en las áreas de estudio, también fueron analizadas usando la herramienta Digital Shoreline Analysis System (DSAS), versión 4.0 (Thieler et al., 2009) en un SIG.

Asimismo, el DSAS se utilizó para analizar los cambios de la línea de orilla (calcular los cambios en la posición de la línea de orilla).

Los lugares de estudio donde se aplicaron la metodología en la temporada de verano fueron en dos áreas pilotos: En las playas de Chancay, Huacho y Supe Puerto (Lima) vinculado con el área piloto Punta Salinas - Végueta, y en Cabo Blanco, Vichayito y Máncora (Piura) vinculados al área piloto Máncora – Cabo Blanco.

2. Objetivos

- Identificar la morfología de la línea de costa (principalmente playas, acantilados, deltas y/o estuarios) de los ámbitos provinciales (Talara, Barranca, Huaura y Huaral).
- Identificar la infraestructura antrópica y mapear la cobertura y uso de la tierra, en la línea de costa de los ámbitos provinciales.
- Evaluar los perfiles de las playas priorizadas para el periodo 1, primavera y el periodo 2, de verano.
- Determinar el estado morfodinámico de las playas priorizadas en primavera (periodo 1) y en verano (periodo 2).
- Calcular los parámetros que permitan evaluar la erosión y acreción en las playas priorizadas.
- Analizar los cambios de la línea de costa, histórica, de las playas priorizadas, primavera (periodo 1) y en verano (periodo 2) durante los últimos ~35 años.
- Determinar las zonas con acreción o erosión en las playas de interés.
- Generar la base de datos de la información digital.

3. Área de estudio

El área de estudio cubrió parte de la línea de costa en áreas de localidades de Lima Provincia y localidades en la provincia de Talara, Piura. El análisis de la línea de costa se realizó en dos áreas piloto. El área piloto de Punta Salinas – Végueta incluyó a las playas de Chancay, Huacho y Supe Puerto (**Figura 1**). El área piloto de Máncora – Cabo Blanco, incluyó a las playas de Cabo Blanco, Vichayito y Máncora (**Figura 2**).

3.1. Área de estudio de las zonas de Chancay, Huacho y Supe Puerto

Las áreas de estudio en Chancay, Huacho y Supe Puerto se extendieron sobre aproximadamente 5. 2 km, 4.2 km y 6.3 km respectivamente. Las tres áreas de estudio están comprendidas dentro

de una extensión del litoral costero de 125 km aproximadamente. El área de Chancay y el área de Huacho están separadas por una distancia aproximada de 63.7 km. Mientras que el área de Huacho y Supe Puerto se encuentran separadas por una distancia aproximada de 38.8 km. Las ubicaciones en coordenadas geográficas de estas zonas se muestran en la **Tabla 1**.

3.2. Áreas de estudio de las zonas de Cabo Blanco, Vichayito – Los Órganos y Máncora

Las áreas de estudio en Cabo Blanco, Los Órganos-Vichayito y Máncora se extendieron sobre aproximadamente 3.9 km, 8.2 km y 5.9 km respectivamente. Estas tres áreas de estudio están comprendidas dentro de una extensión del litoral costero de 26.8 km aproximadamente. El área de Cabo Blanco y el área de Los Órganos-Vichayito están separadas por una distancia aproximada de 18.1 km. Mientras que el área de Los Órganos-Vichayito y Máncora se encuentran separadas por una distancia aproximada de 7.2 km. Las ubicaciones en coordenadas geográficas de estas zonas se muestran en la **Tabla 2**.

3.3. Ubicación geográfica

3.3.1. Ámbito Lima provincia

La playa Chancay está ubicada en el distrito del mismo nombre, siendo uno de los 12 distritos que conforman la provincia de Huaral. La playa Huacho está ubicada en los distritos Hualmay, Caleta de Carquin y en el distrito del mismo nombre; provincia de Huaura. La playa Supe Puerto está ubicada en los distritos de Barranca y el distrito del mismo nombre; en la provincia de Barranca (**Tabla 1, Figura 1**).

Tabla 1. Coordenadas de ubicación de las zonas de estudio vinculadas con el área piloto Punta Salinas – Végueta. *Fuente: Elaboración propia.*

Nombre de la playa	Coordenadas WGS84 UTM-18 (referenciales)		Altitud (m.s.n.m.)
	X (m)	Y (m)	
Chancay	252329.068	8718376.401	8
Huacho	214363.186	8770517.838	8
Supe Puerto	199701.774	8804732.538	4

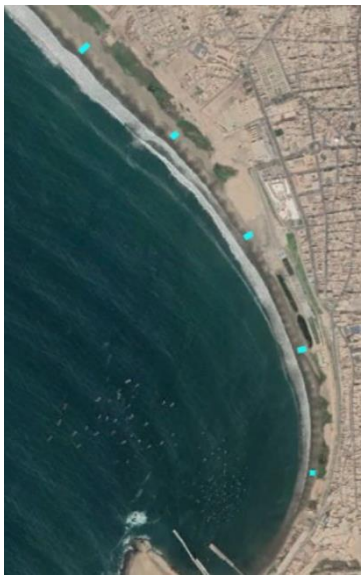
Playa de Supe Puerto	**Playa de Huacho**	**Playa de Chancay**
		
Provincia de Barranca	Provincia Huaura	Provincia de Huaral

Figura 1. *. Zonas de ubicación donde se realizó los perfiles de playa y se analizan los cambios de líneas de orilla en Chancay, Huacho y Supe Puerto. Fuente: Google Earth.*

3.3.2. Ámbito Talara - Piura

La playa Máncora está ubicada en el distrito del mismo nombre, en la provincia de Talara. Las playas Vichayito – Los Órganos están ubicadas en el distrito de Los Órganos de la provincia de Talara. La playa Cabo Blanco está ubicada en el distrito de El Alto de la provincia de Talara (**Tabla 2**, **Figura 2**).

Tabla 2. Coordenadas de ubicación de las playas Máncora, Vichayito – Los Órganos y Cabo Blanco. *Fuente: Elaboración propia.*

Nombre de la playa	Coordenadas WGS84 UTM-17 (referenciales)		Altitud (m.s.n.m.)
	X (m)	Y (m)	
Máncora	492980.28	9545925.23	4
Vichayito – Los Órganos	485593.88	9538533.16	4
Cabo Blanco	474484.65	9530218.95	4

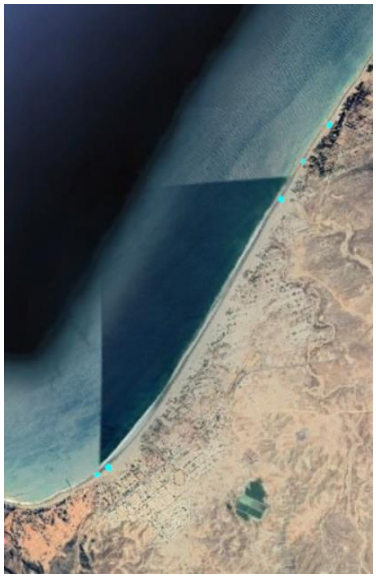
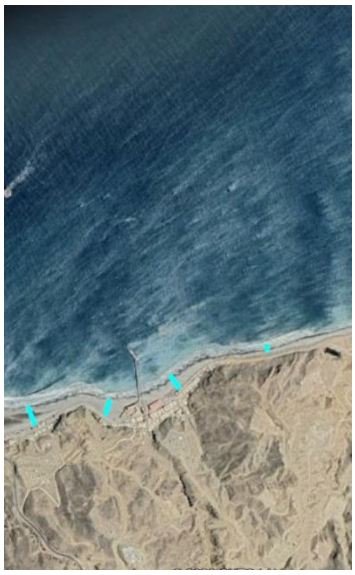
Playa de Máncora	Playa Los Órganos - Vichayito	Playa de Cabo Blanco
		
Provincia de Talara		

***Figura 2**. Zonas de ubicación donde se realizaron los perfiles de playa y se analizan las líneas de orilla en Máncora, Vichayito – Los Órganos y Cabo Blanco. Fuente: Google Earth.*

Cabe señalar que las zonas de estudio en Chancay, Huacho y Supe Puerto, están altamente urbanizadas. Mientras que las zonas estudiadas en Cabo Blanco, Vichayito – Los Órganos y Máncora comprenden áreas ampliamente conocidas como lugares famosos de turismo, con mayor urbanización en Máncora y Vichayito - Los Órganos que en Cabo Blanco.

3.4. Condiciones climáticas

3.4.1. Clima de la playa Chancay

El clima es variado debido a las diferencias de altura, correspondiente a la faja costanera un clima desértico templado y húmedo, con lloviznas bajas entre abril y diciembre, y sol intenso entre enero y marzo con mayor insolación en las pampas y tablazos. La temperatura anual promedio es de 18° a 19°C. En la zona de lomas y colinas bajas el clima es menos húmedo con lloviznas típicas de lomas, cuya precipitación promedio anual es de 200 mm. Es importante la acción de los vientos que avanzan de SO a NE, haciéndose más intensos por las tardes. Su acción da lugar a la remoción de arenas desde las playas, formando dunas que avanzan del litoral (INGEMMET, 1992).

Asimismo, la velocidad promedio del viento por hora en Chancay tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año. La parte más ventosa del año dura 7 meses, del 10 de mayo al 8 de diciembre, con velocidades promedio del viento de más de 13.1 kilómetros por hora. El día más ventoso del año en el 6 de agosto, con una velocidad promedio del viento de 15.1 kilómetros por hora. Por otro lado, el tiempo más calmado del año dura 5 meses, del 8 de diciembre al 10 de mayo. El día más calmado del año es el 10 de marzo, con una velocidad promedio del viento de 11.2 kilómetros por hora (Weather Spark, s.f.[2]).

3.4.2. Clima de las playas Huacho y Supe Puerto

El área costera en general es desértica. Más o menos a 30 km de la Costa aparecen ciertas áreas cubiertas con cactus, desarrollándose un suelo residual en las pendientes moderadas. En la costa, entre los meses de junio y diciembre, una capa de nubes bajas con su límite inferior a más o menos 300 metros da lugar, casi constantemente, a una llovizna fina. Esta llovizna en determinados lugares humedece la superficie lo suficiente como para permitir el crecimiento de pastos, en cantidades tales que pueden servir de alimento al ganado por algunas semanas durante el año (INGEMMET, 1973).

En Huacho y Supe Puerto la velocidad promedio del viento por hora tienen variaciones estacionales leves en el transcurso del año; la parte más ventosa del año es de mayo a inicios de diciembre, con velocidades promedio del viento de más de 14.5 y 14.1 kilómetros por hora respectivamente. El día más ventoso del año en Huacho es el 5 de agosto, con una velocidad promedio del viento de 16.7 kilómetros por hora; mientras que en Supe Puerto es el 24 de julio, con una velocidad promedio del viento de 16.2 kilómetros por hora. El tiempo más calmado del año es desde inicios de diciembre a inicios de mayo y el día más calmado es el 1 de marzo, con velocidades promedio del viento de 12.2 y 12 kilómetros por hora respectivamente (Weather Spark, s.f.).

3.4.3. Clima de las playas Máncora, Los Órganos – Vichayito y Cano Blanco

El clima en la región general es cálido y húmedo como corresponde a un área cercana a la zona tropical (INGEMMET, 1994) presentando variaciones en los tablazos y llanuras de Talara, donde el clima se caracteriza por ser caluroso y desértico, debido al gran potencial térmico que almacena

[2] Esta información ilustra el clima típico en la zona de estudio, basado en un análisis estadístico de informes climatológicos históricos por hora y reconstrucciones de modelos del 1 de enero de 1980 al 31 de diciembre de 2016 (datos del MERRA-2 Modern-Era Retrospective Analysis de NASA).

las arenas y que se debe a la radiación solar con intensa evaporación en el día. Cuenta con una temperatura promedio de 26ºC. Los meses calurosos, de diciembre a abril, se caracterizan por lluvias ligeras en las noches y una temperatura que puede llegar fácilmente a los 35 °C. Cuando ocurre el fenómeno El Niño puede llegar hasta 40°C. En el resto del año, la temperatura del día rara vez baja de los 26 o 27°C, aunque en el invierno, de junio a septiembre, las noches son frescas, con vientos fuertes y una temperatura mínima de 17 °C (Villanueva, 2017).

Respecto a los vientos, las playas de estudios se localizan en la franja subecuatorial sur en la que imperan los vientos alisios del sudeste. Sin embargo, la regularidad en la intensidad y dirección de los alisios que predomina sobre todo en regiones oceánicas se ve alterada por los fuertes contrastes térmicos entre el continente y el océano y por factores orográficos. Para la zona costera, los vientos más frecuentes provienen del sector sudeste al sudoeste, prevaleciendo ligeramente 1os del sudoeste, durante las horas de la mañana son preponderantes los vientos de tierra y durante las horas de la tarde los del mar. Las intensidades medias se encuentran entre 19.62 kilómetros por hora y 21.96 kilómetros por hora (ERM Perú, 2009).

Según el sitio web meteorológico Weather Spark la velocidad promedio del viento por hora en Máncora y Los Órganos – Vichayito tienen variaciones estacionales considerables en el transcurso del año. La parte más ventosa es de mayo a enero con velocidades promedio del viento de más de 16.1 y 16.6 kilómetros por hora respectivamente y el tiempo más calmado es de enero a mayo. En Cabo Blanco, la parte más ventosa es a partir de finales de abril a enero, con velocidades promedio del viento de más de 17.2 kilómetros por hora.

3.5. Geología

3.5.1. Geología de la playa Chancay

En la zona de estudio se ubican las siguientes unidades litoestratigráficas:

- Depósitos aluviales (Qpl-al), los cuales están constituidos por materiales acarreados por los ríos que bajan de la vertiente occidental andina cortando a las rocas terciarias, mesozoicas y Batolito Costanero, tapizando el piso de los valles, habiéndose depositado una parte en el trayecto y gran parte a los largo y ancho de sus abanicos aluviales, dentro de ellos tenemos: aluviales pleistocénicos (más antiguos) y aluviales recientes.
- Depósito marino (Q-ma), tratándose de depósitos litorales, caracterizados por materiales clásticos, llevados al mar como carga por los ríos y también como resultado de la acción erosiva de las olas y distribuidos por corrientes marinas de deriva. Estos depósitos que han existido siempre y continúan formándose en los actuales tiempos, se les encuentran a lo largo

de la línea de costa, estos están presentes en Chancay, Lima y Lurín habiéndoseles clasificado como Depósitos Marinos Pleistocénicos (los más antiguos) y Depósitos Marinos Recientes (INGEMMET, 1992) (**Figura 3**).

-

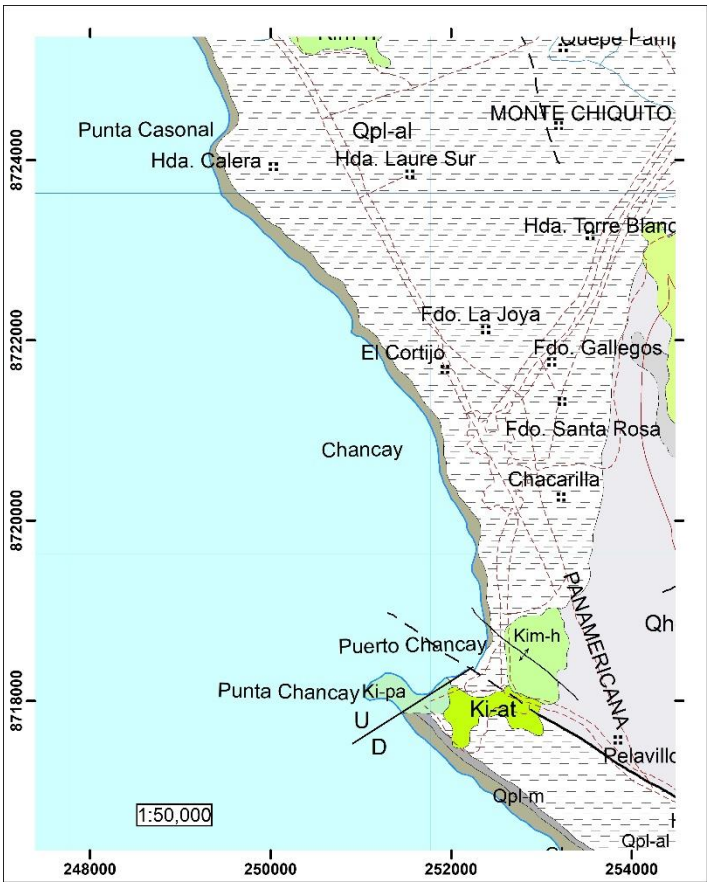


Figura 3. Geología de playa Chancay. Fuente: INGEMMET.

3.5.2. Geología de la playa Huacho

En la zona de estudio se ubica las siguientes unidades litoestratigráficas:

- Depósitos aluviales (Qh-al), estos depósitos se han acumulado en los cauces de los principales ríos. Debido a que en la Sierra ellos son profundos y angostos, dichos depósitos aluviales son restringidos, pero, aguas abajo el ampliarse los valles, presentan extensas llanuras aluviales con depósitos que pueden alcanzar de 200 a 400 m. de espesor (INGEMMET, 1973) (**Figura 4**).

- Depósitos marinos (Qh-m), "son las acumulaciones sueltas de arenas arrastradas por las aguas del mar y dominan la línea litoral; son arenas saturadas" (INDECI, 2007).

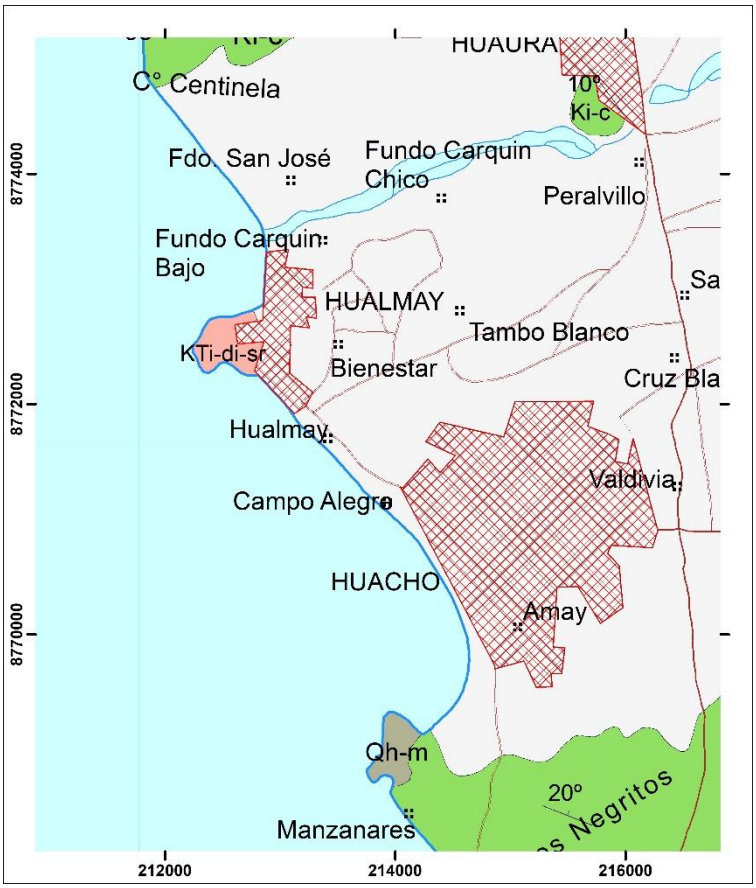


Figura 4. *Geología de playa Huacho. Fuente: INGEMMET.*

3.5.3. Geología de playa Supe Puerto

En la zona de estudio se ubican las siguientes unidades litoestratigráficas:

- Grupo Casma (Ki-c), esta formación consiste de volcánicos bien estratificados, siendo en su mayor parte derrames delgados de andesita masiva, de grano fino y con más o menos 3 – 5 metros de espesor. Este tipo de litología se aprecia muy bien a lo largo de la carretera que une los ríos Huaura y Supe a la altura de la Hacienda Las Casuarinas. En la Quebrada Venado Muerto (cuadrángulo de Barranca), lavas andesíticas y masivas y estratificadas sobreyacen a una secuencia de sedimentos y tufos finamente estratificados (INGEMMET, 1973).

- Depósito marino (Q-ma), tratándose de depósitos litorales, caracterizados por materiales clásticos, llevados al mar como carga por los ríos y también como resultado de la acción erosiva de las olas y distribuidos por corrientes marinas de deriva. (INGEMMET, 1992) (**Figura 5**).

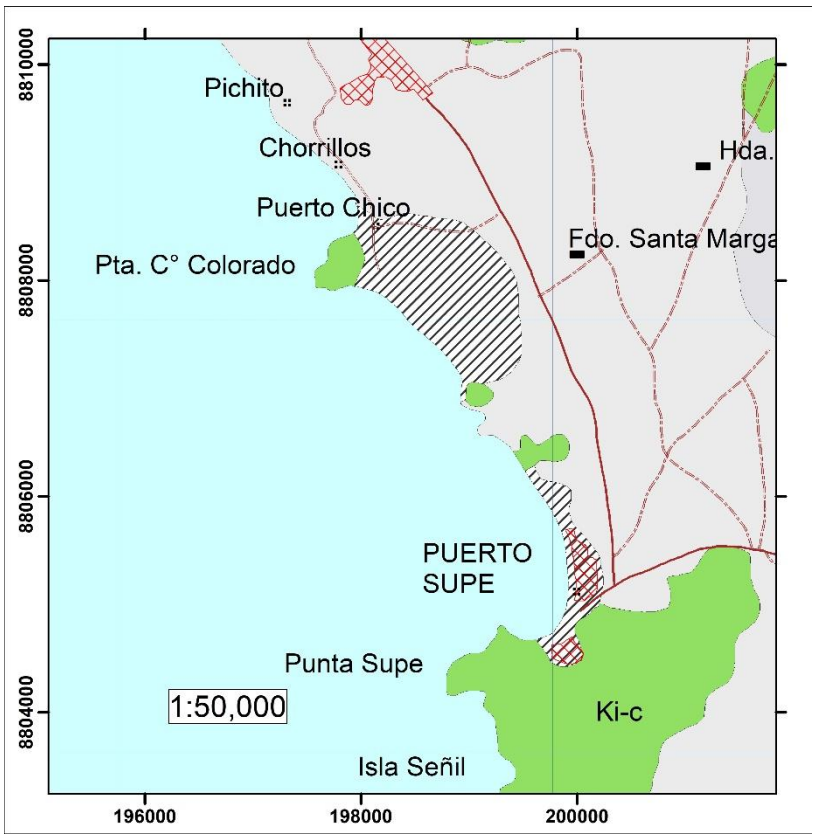


***Figura 5**. Geología de playa Supe Puerto. Fuente: INGEMMET*

3.5.4. Geología de playa Cabo Blanco

La zona de estudio se ubica en los depósitos marinos (Q-ma) perteneciente al Holoceno, del sistema Cuaternario y la era Cenozoica, que comprende acumulaciones de arena de grano fino a grueso semiconsolidadas y se encuentran a lo largo del litoral piurano. A su alrededor de la playa, es la Formación Talara (Pe-t) perteneciente al Eoceno Superior, del sistema Paleógeno y la era Cenozoica, la unidad geológica predominante de la zona la cual comprende conglomerados, lutitas negras bituminosas, areniscas calcáreas de grano fino y lutitas gris verdosas. El Grupo Talara es la unidad más productiva de petróleo en el Noroeste peruano: las rocas reservorio están constituidas por horizontes areniscosos y conglomerádicos; las facies lutáceas constituyen la roca

sello. Los entrampes son estratigráficos y los fallamientos en bloques han puesto en contacto capas permeables con capas impermeables constituyendo trampas estructurales (INGEMMET, 1994).

Al norte de la playa, se ubica la Formación Chira - Verdún (Pe-chi,v) pertenecientes al Eoceno Superior, del sistema Paleógeno y la era Cenozoica. Esta formación geológica está conformada por conglomerados heterogéneos, areniscas gruesas conchíferas y lutitas bentónicas laminadas. En muchos lugares, la Fm. Chira no ha podido ser separada de la Fm. Verdún, razón por la cual han sido mapeada como Fm. Chira-Verdún. La Fm. Verdún es una unidad productora de petróleo, siendo los horizontes de areniscas los que han producido ciertos volúmenes de crudo, en cambio la Fm. Chira, no posee horizontes productores de petróleo (INGEMMET, 1994) (**Figura 6**).

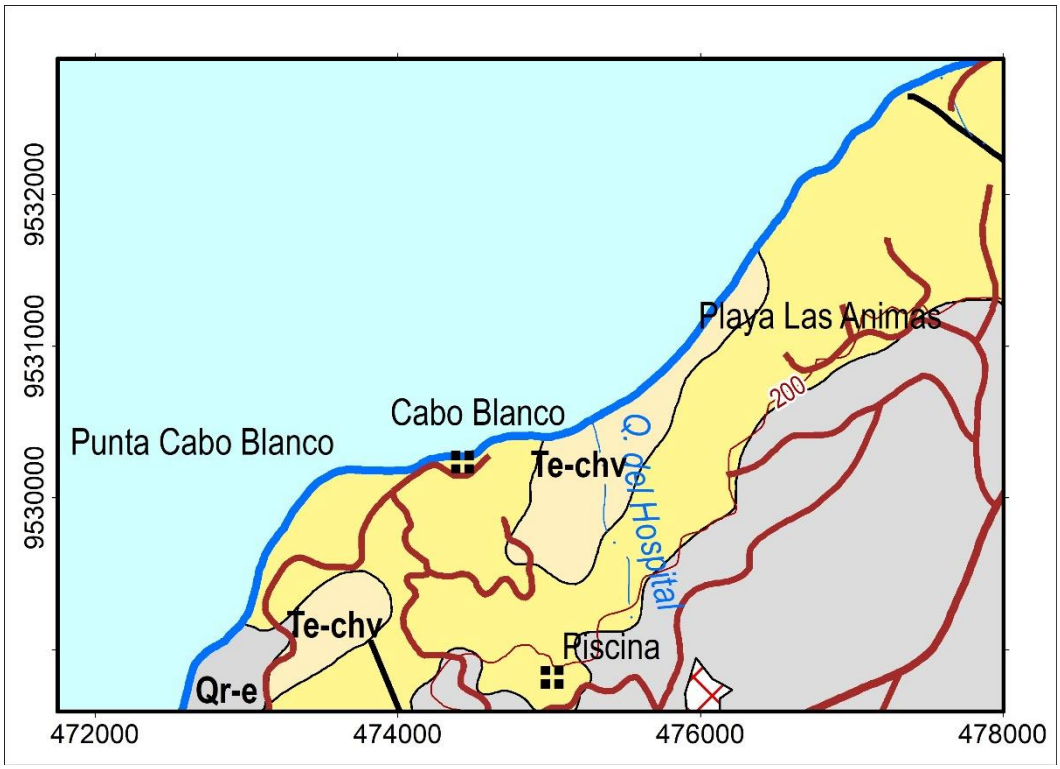


***Figura 6**. Geología de playa Cabo Blanco. Fuente: INGEMMET.*

3.5.5. Geología de playa Los Órgano – Vichayito

La zona de estudio se ubica en los depósitos marinos (Q-ma) y depósitos eólicos (Q-eo) pertenecientes al Holoceno, del sistema Cuaternario y la era Cenozoica, el primero comprende acumulaciones de arena de grano fino a grueso semiconsolidadas y se encuentran a lo largo del

litoral piurano, por otro lado, los depósitos eólicos son acumulaciones de arenas de grano fino a medio, bien seleccionadas; producto de la acción de los vientos y a su alrededor está conformado por Depósitos Aluviales (Qh-al) que comprende cantos, gravas y arenas subredondeadas con matriz limoarenosa, se encuentran formando terrazas.

Bordeando la playa, se ubica la Formación Chira - Verdún (Pe-chi,v) pertenecientes al Eoceno Superior, del sistema Paleógeno y la era Cenozoica. Son Conglomerados heterogéneos, areniscas gruesas conchíferas y lutitas bentónicas laminadas. En muchos lugares, la Fm. Chira no ha podido ser separada de la Fm. Verdún, razón por la cual han sido mapeada como Fm. Chira-Verdún. La Fm. Verdún es una unidad productora de petróleo, siendo los horizontes de areniscas los que han producido ciertos volúmenes de crudo, en cambio la Fm. Chira, no posee horizontes productores de petróleo (INGEMMET, 1994) (**Figura 7**).

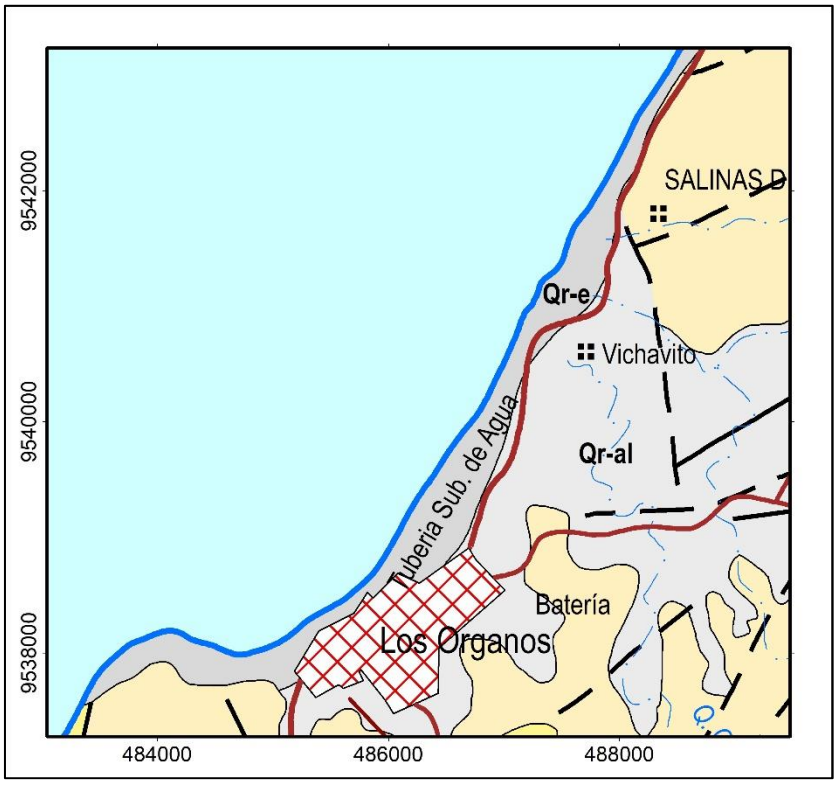


***Figura 7**. Geología de playa Órgano – Vichayito. Fuente: INGEMMET*

3.5.6. Geología de playa Máncora

La zona de estudio se ubica en los depósitos marinos (Q-ma) perteneciente al Holoceno, del sistema Cuaternario y la era Cenozoica, que comprende acumulaciones de arena de grano fino a

grueso semiconsolidadas y se encuentran a lo largo del litoral piurano. Al sector norte de la playa, se localizan Depósitos Aluviales (Qh-al) formado por la acumulación de grava, arena, limo y arcilla con clastos subangulosos a angulosos de diferente composición (INGEMMET, 1994).

Alrededor de la playa, se ubica la Formación Mirador (Pe-M) perteneciente al Eoceno Superior, del sistema Paleógeno y la era Cenozoica, que aflora localmente en las quebradas de Carpitas y Máncora, comprende conglomerados con cantos de río, de composición de cuarcitas y algunas lodolitas; matriz arenosa y en la parte superior se compone de areniscas de grano grueso (INGEMMET, 1994) (**Figura 8**).

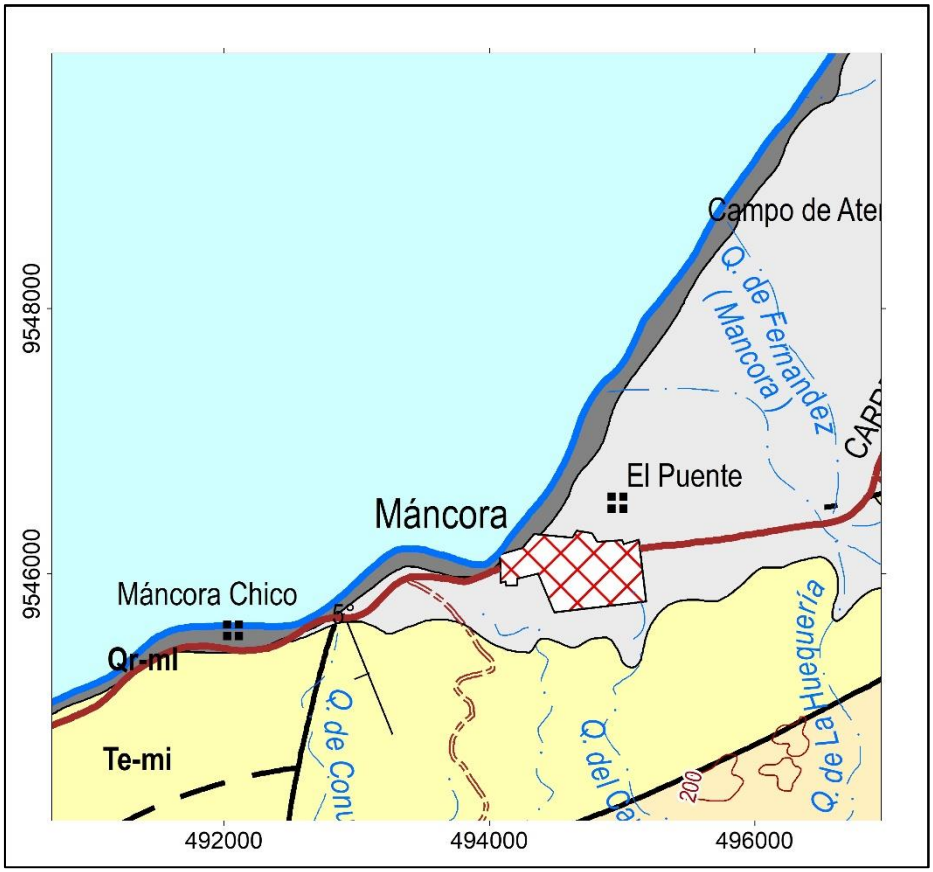


***Figura 8**. Geología de playa Máncora. Fuente: INGEMMET*

3.6. Geomorfología

3.6.1. Geomorfología de la playa Chancay

Es una faja litoral conformada por una playa arenosa y al sur por acantilados de colinas volcánica-sedimentaria sin vegetación y para la parte continental, se continúa con una llanura o planicie aluvial y más al sector este se presencia mantos de arenas (dunas) (INGEMMET, 2021). Al sureste de la zona de estudio se localiza el humedal costero de Santa Rosa (a una distancia de 0.7 km. aproximadamente), además se encuentra el río Chancay (a una distancia de 4 km. aproximadamente).

3.6.2. Geomorfología de la playa Huacho

Es una faja litoral conformada por una playa arenosa y presenta una gran extensión de humedales costeros. Al norte de la playa se encuentra el río Huaura (a una distancia de 4.3 km. aproximadamente), perteneciente a la cuenca baja del mismo; asimismo, acantilados de colinas volcánico-sedimentarias sin vegetación y al sur existe una terraza marina con sus acantilados de roca volcánica-sedimentaria. Para la parte continental, se continúa con una llanura o planicie aluvial donde está asentada la población urbana (INGEMMET, 2021).

3.6.3. Geomorfología de la playa Supe Puerto

Es una faja litoral conformada por una playa arenosa y al sur por acantilados de colinas volcánica-sedimentaria sin vegetación y para la parte continental, se continúa con una llanura o planicie aluvial donde se realizan actividades agrícolas y está asentada la población urbana (INGEMMET, 2021). Al norte del área de estudio se encuentra el río Pativilca a una distancia de 8 km. aproximadamente, mientras que al sureste se localiza el humedal costero Totoral Los Patos (a una distancia de 1 km. aproximadamente).

3.6.4. Geomorfología de la playa Cabo Blanco

Es una playa de arena con una pequeña llanura sin vegetación rodeada por colinas de roca sedimentaria (INGEMMET, 2021). En sector norte se localiza la quebrada seca llamada del Hospital.

3.6.5. Geomorfología de la playa Vichayito - Los Órganos

Es una playa de arena con presencia de pequeños mantos de arena (dunas), matorrales xéricos en la llanura y cauces de las quebradas secas Vichayito y Carrillos, que se activan en la temporada del Fenómeno del Niño. Para el sector norte, existen bosques estacionalmente secos. Todas las formas están rodeadas de colinas o lomada de roca sedimentaria (INGEMMET, 2021).

3.6.6. Geomorfología de la playa Máncora

Es una playa de arena con presencia de humedales costeros en el sector norte, principalmente estuarios originados por la desembocadura de la quebrada Fernández, también, se localizan bosques estacionalmente secos. En la parte central del área de estudio se localizan las quebradas secas: Conulsa, Los Pasos y Cabo Blanco, que suelen activarse en la temporada del Fenómeno del Niño. Para la parte continental se continúa con una terraza y planicie aluvial donde se ubica la zona urbana, la cual está rodeada de colinas o lomada de roca sedimentaria (INGEMMET, 2021).

3.7. Mareas y Oleaje

3.7.1. Mareas y Oleaje de las playas Chancay, Huacho y Supe Puerto

La playa de Chancay en las épocas de verano presenta condiciones de bajo oleaje y temperatura media del mar; durante los meses de invierno la temperatura del mar desciende, el oleaje aumenta y se puede tener marea alta (Mallqui *et al*., 2019). Las mareas del Puerto de Huacho son de tipo semi-diurnas, es decir que se presentan dos pleamares y dos bajamares en un día mareal (24 horas 50 minutos). Con amplitudes promedios del orden de 0,61 m; las de sicigias alcanzan valores promedios de 0,79 m. Respecto a las mareas del Puerto de Supe son de tipo semi-diurnas, con amplitud promedio del orden de 0,64 m; las de sicigias alcanzan valores promedios del orden de 0,83 m.

En estas playas las olas son de tipo Swell (Olas de mar de fondo), que se originan en alta mar y viajan grandes distancias. Este tipo de oleaje es la fuente principal de las alturas de olas, cuya incidencia determina la dinámica en las áreas de estudio y la costa adyacente. Las alturas promedios de ola fluctúan entre 1,00 y 1,50 m (Walsh Perú S.A., 2009).

3.7.2. Mareas y Oleaje de las playas Máncora, Vichayito - Los Órganos y Cabo Blanco

Las olas desde Cabo Blanco a Máncora presentan una altura significativa media de 1.8 m y alturas que no superan los 4 m. prevaleciendo claramente las olas con períodos superiores a 8 s. En general las olas más altas son las de mayor período; las olas tipo Swell dominan el clima de las olas en la región. Mayoritariamente las olas que llegan lo hacen desde el sur al sudoeste.

Las mareas de la zona de estudio son de tipo semi-diurnas con amplitudes medias que van desde 1.07 m en la zona cerca a Cabo Blanco a 1.34 m en la playa de Máncora. Las mareas de sicigia tienen amplitudes medias entre 1.37 m en la zona cerca a Cabo Blanco y 1.67 m en la playa Máncora (ERM Perú, 2009).

4. Materiales y Métodos

4.1. Identificación de la morfología de la línea de costa

La identificación de la morfología de la línea de costa se realizó para los ámbitos provinciales asociados con las principales playas, acantilados, deltas y/o estuarios, considerando el enfoque y metodología de la pauta 2, paso 1, actividad 1 del "*Procedimiento técnico y metodológico para la elaboración del estudio especializado ecosistemas y hábitat marino costero*" (MINAM, 2016) y las definiciones indicadas en Novoa (2007). La obtención de esta información consiste en generar vectores que representen la fisiografía de la línea de costa que puede representar el límite hacia continente de una playa, delta, estuario, o el pie de un acantilado. La descripción se apoya en la información del derrotero de la costa del Perú de la Dirección de Hidrografía y Navegación (HIDRONAV, 2002).

En los datos se empleó el sistema de coordenadas de referencia UTM WGS84 18S correspondientes para el ámbito de las provincias de Lima, y el Huso 17S para el ámbito de las provincias de Piura.

La digitalización de la línea de costa es la generación de los vectores obtenidos por el método de fotointerpretación en un sistema de información geográfica (GIS) empelando el programa ArcGIS 10.1. Para esto se usan imágenes satelitales de alta resolución descargadas desde SASPlanet, luego se realiza un pre procesamiento de georreferenciación y seguido de la fotointerpretación para identificar la morfología de la línea de costa. Opcionalmente el área usuaria proporcionó imágenes satelitales que comprenden de los satélites SPOT 5, SPOT 6, y PeruSat, estas se usaron para complementar la base de datos empleada en el análisis para la elaboración de los mapas de la morfología de la línea de costa, y mapas temáticos de los cambios de las líneas de orilla.

4.2. Identificación de infraestructura antrópica y mapeo de la cobertura y uso de la tierra

Esta actividad se realizó mediante la interpretación y digitalización cartográfica de imágenes satelitales de alta resolución, considerando la pauta 6 de la R.M. N°147-2016-MINAM: Caracterización de procesos antropogénicos, en el cual dividen a las Infraestructuras marinas en permeables y no permeables. Para este caso, solo se mapeó las estructuras marinas permeables (muelles), ya que mediante las imágenes de alta resolución se pudo observar e identificar solo estas. Respecto a las demás estructuras permeables se complementó con información del Derrotero de la Costa del Perú de la Dirección de Hidrografía y Navegación. Por otro lado, para la cobertura natural y antrópica en general se tomó en cuenta el Mapa Nacional de Ecosistemas, Planes de Desarrollo Urbano y la Plataforma de Geocatmin. Constando de lo siguiente:

4.2.1. Identificación y delimitación de áreas de trabajo

Se identificó y delimitó las seis (06) áreas de trabajo mediante Google Earth (ver **Figura 9** y **Figura 10**). Entre ellas tenemos las playas de Máncora, Vichayito y Cabo Blanco (en el ámbito provincial de Talara); las playas Supe Puerto, Huacho y Chancay (en los ámbitos provinciales de Barranca, Huaura y Huaral respectivamente).

En primer lugar, se identificó la morfología de la línea de costa para cada ámbito de una manera referencial y a partir de ello se empezó a delimitar el área de trabajo, siguiendo 1 km (aproximadamente) hacia el norte y hacia el sur desde la línea de costa. Esto se realizó tomando en cuenta los límites político-administrativos, la geomorfología y el medio sedimentario. Luego se continuó delimitando hacia el continente, hasta una vía nacional o principal, esta distancia desde la línea de costa también es de aproximadamente 1km.

Playa de Supe Puerto	Playa de Huacho	Playa de Chancay
Provincia de Barranca	Provincia Huaura	Provincia de Huaral

***Figura 9**. Áreas de trabajo en el Departamento de Lima.*

Playa de Cabo Blanco	Playa de Los Órganos - Vichayito	Playa de Máncora
Provincia de Talara		

***Figura 10**. Áreas de trabajo en el Departamento de Piura.*

4.2.2. Descarga de imágenes satelitales

La descarga de imágenes satelitales se realizó desde el programa ruso SASPlanet (última versión[3], v.200606). SASPlanet es un programa gratuito diseñado para ver y descargar imágenes de satélite de alta resolución espacial y georreferenciadas; también mapas convencionales de servidores como: Google Earth, Google Maps, Bing Maps, Yandex, OpenStreetMap, ESRI, entre otros. Es así como se obtuvo imágenes satelitales de Google Earth georreferenciadas con fechas más actuales para cada zona de trabajo; considerando un zoom de 23, calidad del 100%, proyección Mercator / WGS84 / EPGS:3395.

Cabe resaltar que la resolución de las imágenes en Google Earth varían según la fuente de datos, presenta una resolución espacial aproximada, variando entre 2.5 – 0.5 metros (SPOT, Ikonos, WorldView, GeoEye-1, Pleiades, entre otros).

4.2.3. Recopilación y sistematización de información

Se recopiló y sistematizó la información secundaria de estudios, informes, investigaciones, entre otros, realizados en las áreas de trabajo. Con el propósito de tener una referencia para la

[3] Para la descarga del Programa SASPlanet: http://www.sasgis.org/.

elaboración de la leyenda y el mapeo de cobertura y uso de la tierra, en los ámbitos de estudio. Esta información estuvo en función a diversas fuentes, principalmente:

- Ministerio del Ambiente: La R.M. N°147-2016-MINAM, "Procedimiento Técnico y Metodológico para la Elaboración del Estudio Especializado de Ecosistemas y Hábitat Marino Costero". Teniendo en cuenta la pauta 6: Caracterización de procesos antropogénicos. Asimismo, la R.M. N°440-2018-MINAM, "Mapa Nacional de Ecosistemas". Ambos se utilizaron como referencia para la leyenda.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento: Los Planes de Desarrollo Urbano de los distritos involucrados en las áreas de trabajo, se utilizó de referencia para el mapeo de cobertura y uso de la tierra.
- Ministerio de Energía y Minas: La Plataforma Geocatmin se usó para visualizar la geología y geomorfología de las áreas de trabajo.

***Tabla 3**. Leyenda de coberturas y uso de la tierra. Fuente: Elaboración propia.*

N°	Institución	Estudio/Informe
1	Ministerio del Ambiente	R.M. N°147-2016-MINAM
		Mapa Nacional de Ecosistemas
2	Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento	Plan de Desarrollo Urbano de Chancay
		Plan de Desarrollo Urbano de Huacho
3	Ministerio de Energía y Minas	Plataforma Geocatmin

4.2.4. Leyenda de coberturas y uso actual de la tierra

Se elaboró en primera instancia una leyenda general para la identificación de las coberturas y uso de la tierra en las áreas de estudio, considerando una escala de trabajo local. Para realizar esto se tomó como referencia la información sistematizada que se detalló en el punto anterior, asimismo se revisó de manera rápida y general las imágenes satelitales descargadas y por último se consensuó entre los profesionales a cargo. Esto se puede apreciar en la siguiente *Tabla N°2:*

***Tabla 4**. Leyenda general de coberturas y uso de la tierra. Fuente: Elaboración propia.*

Cobertura general	Subtipo1	Subtipo2	Uso Actual
Cobertura Natural	Costa sedimentaria o acumulación	Playas	Turístico
			Turístico y pesca artesanal
		Humedal costero	Turístico
			Sin uso
	Costa Rocosa	Acantilados	Sin uso
	Planicie	Llanura sin vegetación	Sin uso
		Llanura con bosque estacionalmente seco	Bosque Natural
		Llanura con matorral xérico	Turístico
			Sin uso
		Bosque estacionalmente seco ribereño	Bosque Natural
		Quebrada seca	Sin uso
		Canal natural	Sin uso
	Colinas	Colinas disectadas	Sin uso
		Colinas disectadas con matorrales xéricos	Sin uso
Cobertura Antrópica	Área urbana	Tejido urbano continuo	Residencial y equipamiento
		Tejido urbano discontinuo	Residencial y equipamiento
	Área Comercial	Zona hotelera	Turístico
	Área Industrial	Zona Industrial	Industrial
	Infaestructura	Vía terrestre	Transporte
		Muelles (permeable)	Turístico y Pesca artesanal
		Terminal portuario	Pesca artesanal
		Canal	Desfogue
	Área agrícola	Zona Agrícola	Agricultura
	Otras coberturas	Pozos petroleros	Hidrocarburos
		Otras coberturas	Otros usos
Otras coberturas		Zona Arqueológica	Turístico - Cultural

4.2.5. Identificación y digitalización cartográfica

La identificación y digitalización de las unidades de las coberturas y uso actual de la tierra se realizó a través de la interpretación de imágenes satelitales de alta resolución, utilizando el

software ArcGIS. Serrato (2018) menciona que la interpretación de imágenes es un arte, técnica o procedimiento que se fundamenta en el análisis de objetos capturados en las imágenes generadas por los sensores remotos, y según el objetivo del proyecto, identificarlos, agruparlos o definir su significado (pág. 1).

A continuación, se mostrarán ejemplos de lo mencionado:

***Figura 11**. Identificación y digitalización cartográfica*

Para este ejemplo tenemos 5 tipos de cobertura y uso de la tierra:

Tabla 5. Coberturas y uso de la tierra

N°	Cobertura general	Subtipo1	Subtipo2	Uso actual
1	Cobertura natural	Costa sedimentaria o acumulación	Playa de arena	Turístico y pesca artesanal
2	Cobertura antrópica	Área Industrial	Zona Industrial	Industrial
3	Cobertura antrópica	Área urbana	Tejido urbano continuo	Residencial y equipamiento
4	Cobertura Antrópica	Infraestructura	Vía terrestre	Transporte
5	Cobertura Antrópica	Área urbana	Tejido urbano continuo	Equipamiento

***Figura 12**. Identificación y digitalización cartográfica.*

Teniendo para este ejemplo tenemos 5 tipos de cobertura y uso de la tierra:

***Tabla 6**. Coberturas y uso de la tierra*

N°	Cobertura general	Subtipo1	Subtipo2	Uso actual
1	Cobertura natural	Costa Rocosa	Acantilados	Sin uso
2	Cobertura antrópica	Área urbana	Tejido urbano discontinuo	Residencial
3	Cobertura antrópica	Área urbana	Tejido urbano continuo	Residencial y equipamiento
4	Cobertura Natural	Costa sedimentaria o acumulación	Playa de arena	Turístico
5	Cobertura Natural	Planicie	Llanura sin vegetación	Sin uso

Cabe mencionar que, debido a la escala de mapeo, se consideró en algunos casos el tipo de cobertura que mayor represente. Por ejemplo, algunos comercios como restaurantes que estuvieron entre zona agrícola se consideró a toda esa área como zona agrícola. Ya que, a la escala de trabajo, son áreas menores en comparación de las áreas de sus alrededores, por lo cual no se considera mapeable.

4.2.6. Mapas temáticos cartográficos

Se elaboraron mapas temáticos cartográficos para las seis (06) áreas de trabajo. Teniendo en cuenta lo siguiente:

- ✓ Imágenes satelitales descargados del programa SASPlanet.
- ✓ Escala del mapa:

  1:12 000 (Supe Puerto)
  1:20 000 (Huacho)
  1:25 000 (Chancay)
  1:10 000 (Cabo Blanco)
  1:25 000 (Vichayito)
  1:20 000 (Máncora)

- ✓ Escala de trabajo de la información: A detalle (local).

- ✓ La Zona UTM 17S en caso del departamento de Piura y la Zona UTM 18S para el departamento de Lima.
- ✓ Coordenadas World Geodetic System 1984 (WGS84).
- ✓ Los mapas temáticos se encuentran en Formato de hoja A3.

4.3. Perfiles de playa

4.3.1. Levantamiento de perfiles de playa

El levantamiento de perfiles de playa se realizó mediante trabajos de campo, con el uso de información de tablas de marea disponible de la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) para la programación y elaboración de las actividades. De acuerdo con la metodología recomendada, se realizaron perfiles de playa según Rondón (2011) empleando el método de Emery (1961). Las mediciones de perfiles de playa se realizaron en dos periodos; el primer periodo correspondió con la estación de primavera 2020, y el periodo 2 correspondió con la estación de verano 2020-2021.

En el primer periodo, los Trabajos de campo se realizaron entre los días 23 y 28 de octubre 2020 para las playas Chancay, Huacho y Supe Puerto asociadas con el área piloto de Punta Salinas – Végueta y entre el 30 de octubre y 4 de noviembre 2020 para las playas de Cabo Blanco, Vichayito y Máncora asociadas con el área piloto Cabo Blanco – Máncora (**APÉNDICE A-1**). En el segundo periodo, los trabajos de campo se realizaron entre los días 24 y 29 de diciembre 2020 para las playas de Chancay, Huacho y Supe Puerto asociadas con el área piloto de Punta Salinas – Végueta. Para el caso de las playas de Cabo Blanco, Los Órganos – Vichayito, y Máncora, las actividades de campo se realizaron entre el 31 de diciembre 2020 y 05 de enero 2021 (**APÉNDICE A-2**). El principal trabajo consistió en la medición de los perfiles de playa y el registro fotográfico para la documentación de la información. En esta campaña, se realizaron las mediciones de treinta (30) perfiles de playa, de estas cinco (5) para cada playa de interés, Chancay, Huacho y Puerto Supe correspondientes a la Región Lima, y Cabo Blanco, Vichayito-Los Órganos y Máncora correspondientes a la Región Piura respectivamente.

En el caso de los perfiles de playa en Supe Puerto, una de la estaciones de medición establecido en la primera salida de campo, se modificó para esta segunda salida de campo correspondiente al periodo 2, verano. En vez del perfil PSPC se midió un nuevo perfil PSPBC, ubicado este último a 332 m aproximadamente al SW de la ubicación del primer perfil, y a 68 m al NE del muelle de ENAPU S:A. La modificación de la ubicación de este perfil se debió únicamente a que el sitio del perfil PSPC se encontró inesperadamente inundada con agua servidas de origen doméstico provenientes del centro poblado del distrito de Supe Puerto.

4.3.1.1. Medición de perfiles

Las mediciones de los perfiles se realizaron en periodos entre la más baja marea y la más alta marea (la cual está influenciada por el flujo y reflujo de las olas) en la playa subaérea que incluye la playa posterior y playa anterior o la zona intermareal (**Figura 13**).

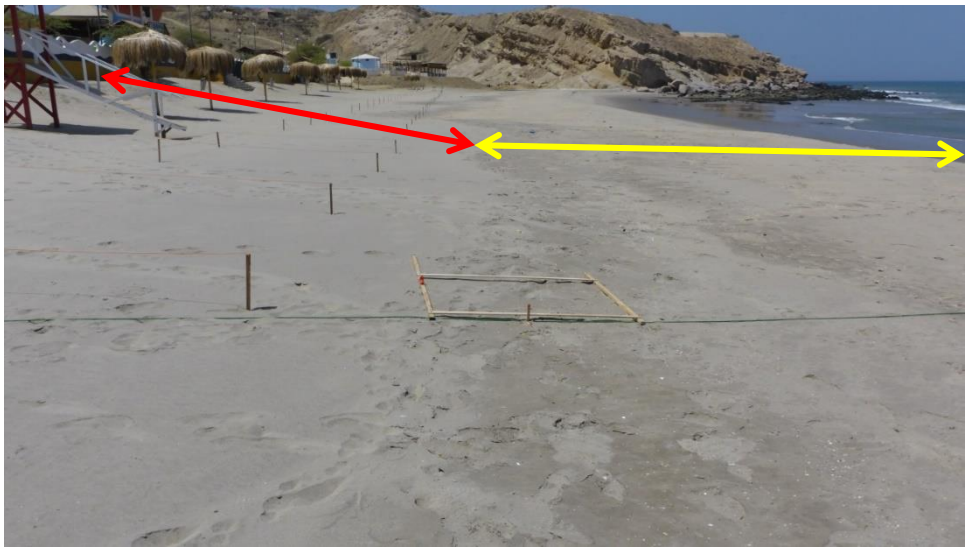


Figura 13. *Playa subaérea donde se muestra las subzonas de playa anterior (línea amarilla) y playa posterior (línea roja). El límite hacia continente de la playa posterior coincide con el primer contacto con la infraestructura encontrada, en este caso es el pie del muro del malecón; el límite hacia el mar es el inicio de la playa anterior que coincide con la línea de alta marea. El límite hacia el mar de la playa anterior viene a ser el contacto con el agua o la línea de baja marea instantánea (Short, 2001). Fuente: elaboración propia. La fotografía corresponde a la zona del extremo sur de la playa Cabo Blanco.*

El perfil está compuesto de segmentos individuales o grupos de segmentos que se diferencian entre sí por cambios de pendiente. Se emplearon reglas de madera graduadas en escala de centímetros y milímetros. Las reglas se alinearon a lo largo de cada perfil transversal en todo el ancho de la playa. Se realizaron mediciones que permitan determinar el cambio de elevación entre las reglas, se mide además la distancia horizontal entre las reglas y la distancia a lo largo de la superficie de la playa (**Figura 14**); se registra también información de la hora y fecha de las mediciones. La información se llena en fichas que posteriormente permiten hacer los cálculos (**Anexo 1**). Para la planificación de la medición de los perfiles de playa se ha empleado los datos de las tablas de marea que publica la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú (DNH) del mes de diciembre 2020 y del mes de enero 2021. De esta forma es posible conocer la variación horizontal del nivel de marea y determinar las fechas y horas apropiadas para realizar las mediciones en campo.

Las mediciones de los perfiles de playa fueron realizadas todas en marea ascendente; por ello se comparan principalmente las pendientes que terminan en la línea de orilla (Playa Anterior). La terminología se adoptó de las referencias recomendadas en la Pauta 5 del MINAM (2016) indicadas en Rondón (2011).

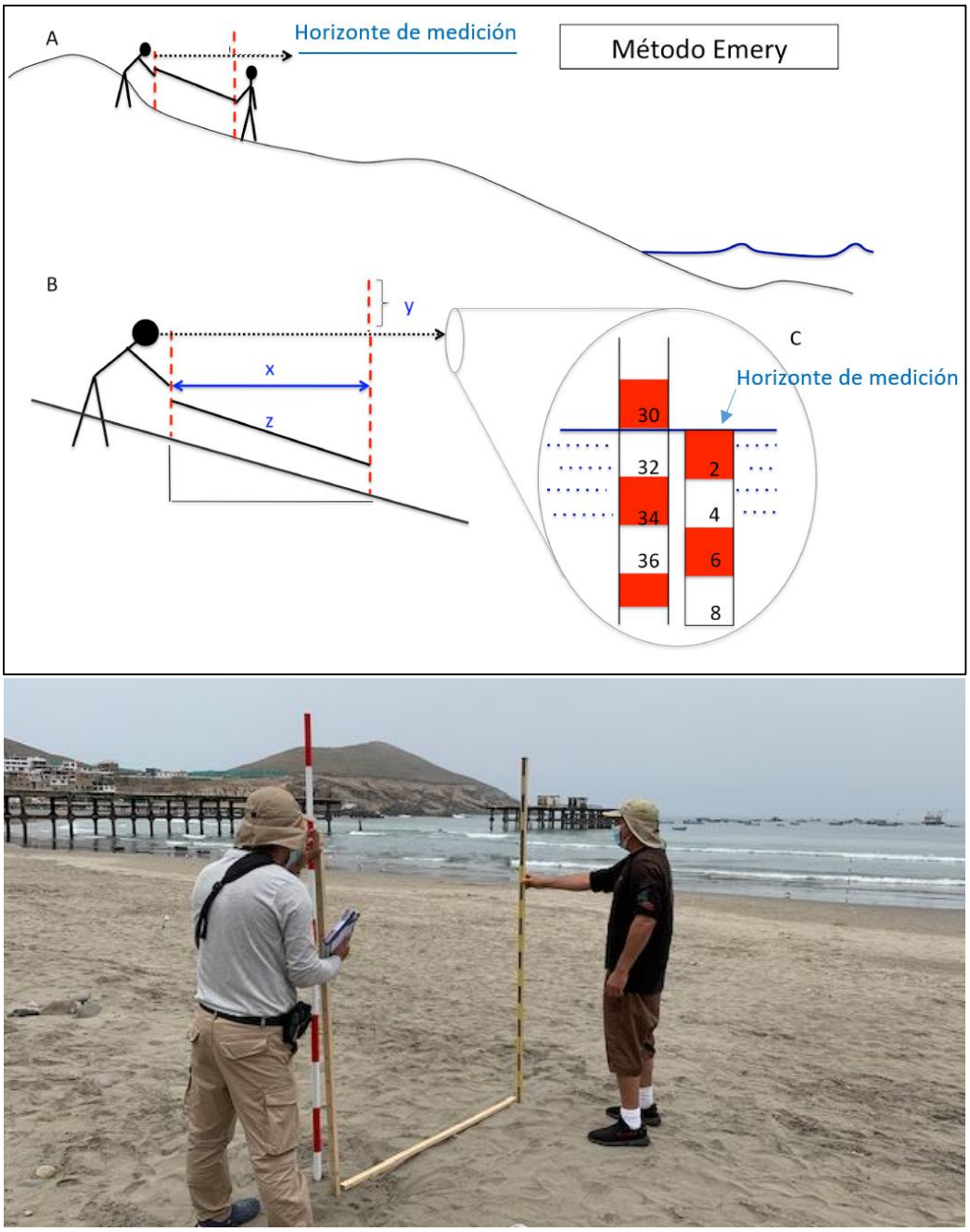


Figura 14. *Diagrama del procedimiento de medición del perfil de playa por el método de Emery (1961). En A, se representa la visualización del nivel de medición que corresponde al horizonte en el mar. En B, se indica los tramos y segmentos de medición, donde 'y' es el cambio de elevación entre las reglas, 'x' es la distancia horizontal entre las reglas (1.5 m) y 'z' es la distancia a lo largo de la superficie de la playa que se obtiene al graficar en gabinete los datos medidos. En C, se representa en primer plano la visualización del horizonte en el mar, alineado (línea azul) con el extremo superior de la regla graduada más corta (de*

1.5 m) y proyectada a la regla más larga (2 m). La intersección de dicha alineación con la vara más larga indica el valor del desnivel entre las reglas. En el panel inferior se muestra una imagen fotográfica donde se está realizando la medición del desnivel entre las reglas graduadas; la imagen corresponde a la playa del puerto Chancay.

Por otro lado, debido a que la información sobre el oleaje es muy valiosa, ya que el perfil de playa está fuertemente influenciado por las olas (MINAM, 2015), se consignó la información sobre el tipo de rotura de olas, ya sea de derrame, voluta, colapso u oscilación (Inch, 2014; Davidson- & Arnott, 2010; Galvin, 1968), evidenciado durante la medición de los perfiles (**APÉNDICE A-1**, **APÉNDICE A-2**).

Para este estudio se eligieron playas compuestas de arenas tanto para el Área Piloto Punta Salinas – Végueta como para el Área Piloto Cabo Blanco – Máncora (**APÉNDICE B**).

4.3.1.2. Registro fotográfico

En esta campaña, correspondiente al periodo 2, verano, también se complementó la información obtenida de las mediciones in situ con la documentación fotográfica, para lo cual se registró el entorno donde se realizaron los perfiles y se identificaron elementos claves para futuras mediciones, denominados como monumentos permanentes. Las observaciones de campo aportan en el análisis de fuentes y sumideros. Para la toma fotográfica se empleó una cámara digital compacta marca PANASONIC modelo DMC-TZ5 con un sensor de 1/2.33 in y 9.1 megapíxeles, y un lente con 10X de aumentos. Las imágenes fotográficas capturadas se almacenaron en formato JPG. Posteriormente, en gabinete se seleccionaron las mejores fotografías para mostrar de forma pedagógica el entorno físico de las áreas evaluadas.

4.3.2. Análisis de los datos de perfiles de playa

4.3.2.1. Cálculos de pendientes y elaboración de diagramas de los perfiles de playa

El procesamiento de los datos crudos obtenidos en campo, comprenden principalmente de cálculos de pendientes expresadas generalmente en porcentajes (%), radianes y grados sexagesimales. En este estudio usaremos las pendientes expresadas en % para la comparación entre perfiles en cada zona (playa) y entre perfiles entre diferentes zonas. El cálculo de las pendientes y de los parámetros estadísticos como la media, desviación estándar (SD), coeficiente de variación (CV) se realizan en una hoja de Excel.

A partir de los datos registrados en campo se calculan las distancias horizontales (x) y verticales (y) de los intervalos medidos en cada transecto de perfil de playa. Luego, estas de forma ordenada

se elaboran diagramas en un sistema cartesiano de dos dimensiones (x, y) para representar la variabilidad de la inclinación a través de las distancias horizontales y verticales de cada perfil de playa. La elaboración de los diagramas se realiza empleando el Software SigmaPlot versión 10.0. La elaboración de los mapas de ubicación de los perfiles de playa se realiza con el Software ArcMap versión 10.0, para luego exportarlas y guardarlas en extensión JPG y TIFF.

4.3.2.2. Interpretación de la información obtenida

La metodología para el análisis de las playas considera la predominante influencia del oleaje y los dos tipos clásicos de perfiles de equilibrio de verano (de construcción de playas) y el de invierno (destrucción de playa). Se indica en este trabajo además el tipo de playa encontrado clasificado de acuerdo al esquema morfodinámico de Wright y Short (1984) quienes definen 3 tipos de playa (disipativo, reflectivo e intermedio).

La mayoría de las playas son intermedias entre los extremos reflectivos y disipativos (Wrigth & Short, 1984; Finkl, 2004). Las playas reflectivas posen arenas de grano grueso y no presentan zonas de rompiente, ya sea que las playas disipativas posen sedimentos más finos y zonas extensas de rompientes (Defeo *et al*., 2009). La **Figura 15** proporciona una visión general esquemática de los estados morfodinámicos disipativos a reflectivos dominados por olas durante condiciones de acreción y de erosión. Las playas intermedias pueden ocurrir a través de un rango amplio de condiciones de olas, estas consisten de cuatro estados de playa desde terrazas de baja marea y más baja energía hasta barras y canales de alta energía paralelos a lo largo de la orilla (**Figura 15**). Las playas pueden cambiar de un tipo o estado a otro, ya sea incluso una acreción de playa o una erosión de playa.

Además, en la **Figura 16** se muestra un modelo conceptual de playa, donde el estado de playa es una función de la velocidad adimensional de caída **Ω** y el rango relativo de marea (*RTR)*. Este modelo está basado en estudios antecedentes y datos de campo de playas micro-mareales y playas macro-mareales (Masselink & Short, 1993). Nos damos cuenta que las playas dominadas por las olas tienen un *RTR* < 3, ya sea que los tipos de playas modificadas por la marea tienen un *RTR* entre *3*-5 (**Figura 16**). Así como con este método y como con otros métodos (percepción remota, Fellowes *et al*., 2019; Harris *et al*., 2011), también por el método de perfiles de playa podría realizarse la clasificación morfodinámica de las playas. El análisis de perfiles de playa, mediante la evaluación de sus pendientes calculadas y clasificadas en rangos de valores, se podría plantear la clasificación de forma similar como Wright & Short (1984).

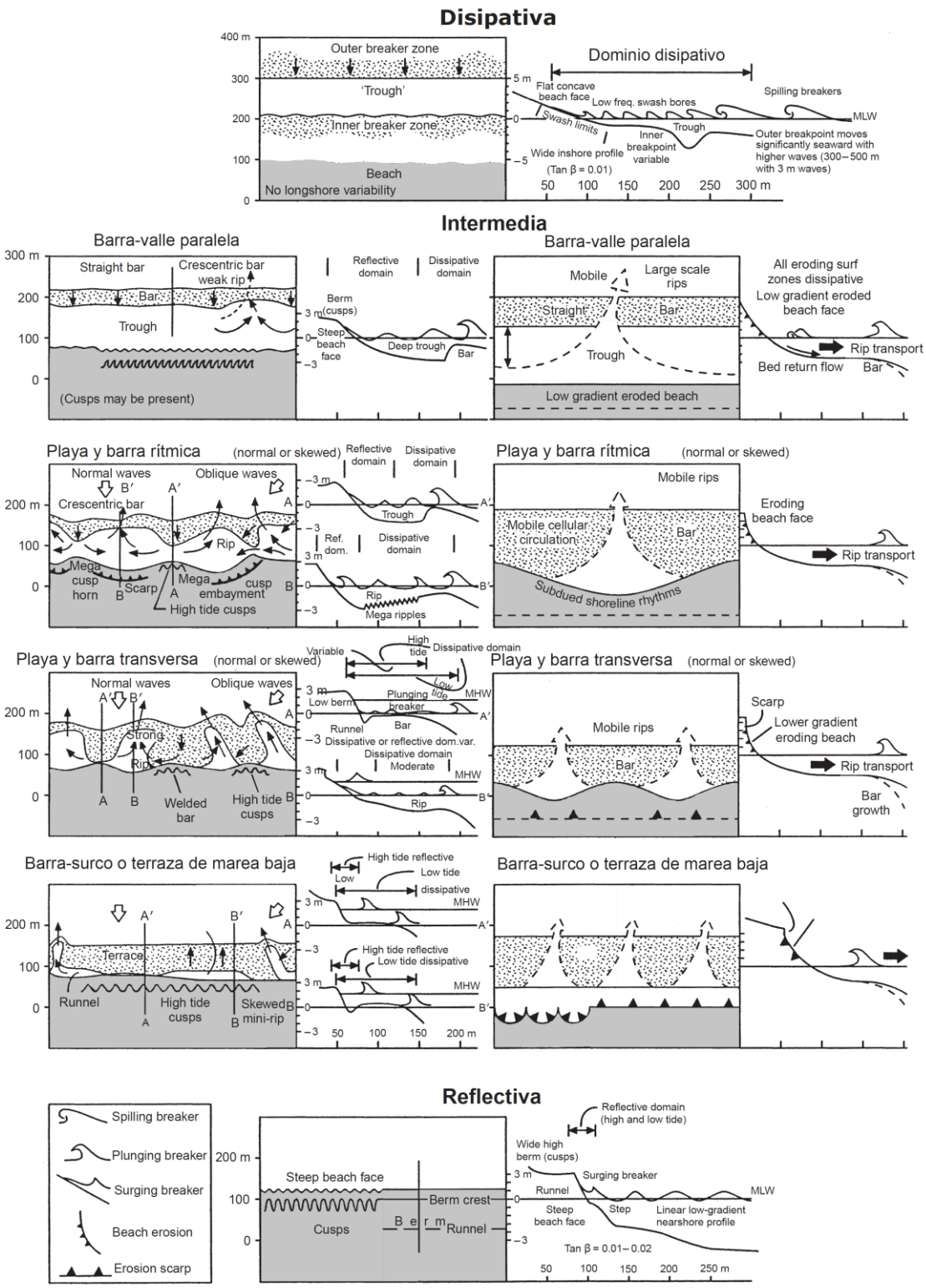


Figura 15. *Secuencia tridimensional de los cambios de playa dominadas por las olas para condiciones de oleaje de acreción (izquierda) y erosión (derecha). El rango de secuencias va desde disipativas (panel superior), a través de intermedias, a reflectivas (panel inferior). Fuente: tomado de Short (2020).*

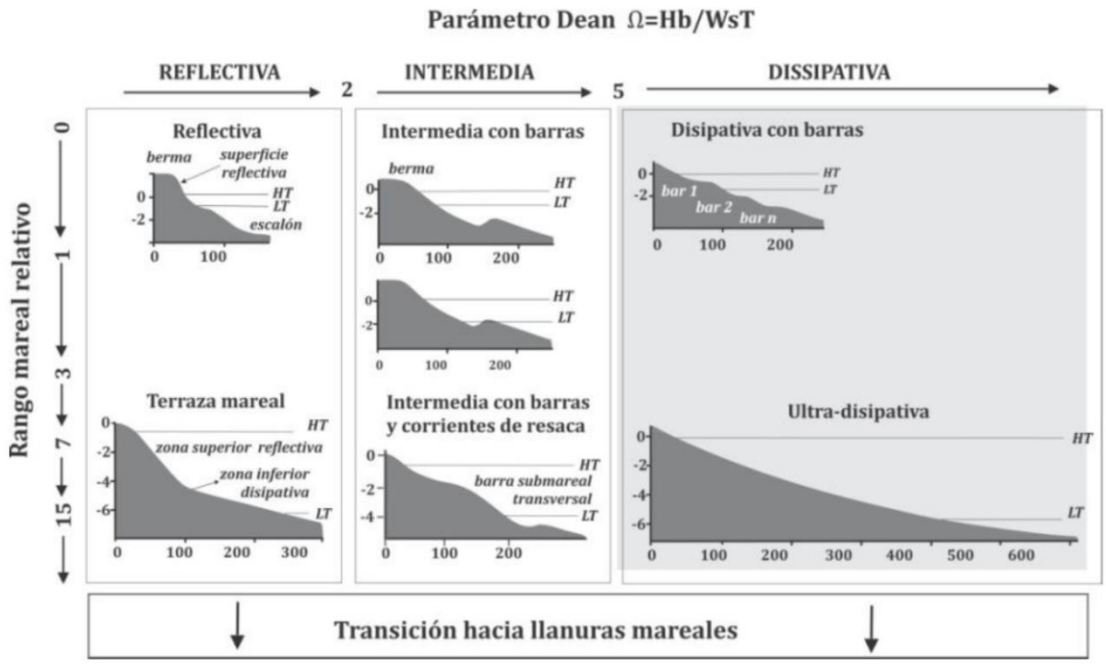


Figura 16. *Clasificación simplificada de las playas basada en la velocidad de caída adimensional del grano de arena y el rango relativo de marea. Las playas dominadas por las olas (panel superior) tienen un RTR<3, ya sea que los tipos de playas modificadas por la marea tienen un RTR 3-5 (panel inferior). HT y LT se refieren al nivel promedio de alta marea y nivel promedio de baja marea respectivamente. Fuente: Tomado de Short (2001).*

4.3.3. Capacitación sobre el levantamiento de perfiles de playa

Se programó la realización de charlas de capacitación sobre el levantamiento de perfiles de playa, dirigido a los funcionarios de las municipalidades de jurisdicción de las playas de interés en este estudio. Los funcionarios a quienes se capacitarán pertenecen a las municipalidades distritales de Chancay, Huacho y Supe Puerto en el ámbito Lima provincia.

Previamente se elaboró un documento que contiene el programa de capacitación. El programa de capacitación presenta el contenido y duración de tres sesiones. La primera sesión comprende impartir los fundamentos teóricos y técnicos sobre el levantamiento de perfiles de playa, la segunda sesión comprende la aplicación de los procedimientos in situ sobre la medición de los perfiles de playa, y la tercera sesión comprende la presentación de los principales resultados del informe final. El programa también contiene una ficha técnica del contenido de cada sesión (**Anexo** 2). La primera y segunda sesión se realizó en campo en un día en forma personalizada para cada grupo de funcionarios de las municipalidades distritales respectivas, eligiendo para ello la playa de interés de este estudio. También se elaboró una guía de campo o guía de trabajo donde se exponen los procedimientos sobre el levantamiento de perfiles de playa (**Anexo 3**).

Se realizó el ejercicio práctico de aplicación de los procedimientos de medición de perfiles de playa en una de las cinco estaciones de los perfiles determinadas para cada playa vinculada a cada municipalidad distrital mencionada líneas arriba. Las estaciones de los perfiles corresponden a las que fueron definidas y establecidas en la primera campaña, periodo 1, primavera.

4.4. Cambios de línea de costa

4.4.1. Imágenes satelitales

A continuación se describen las fuentes, la organización y las características claves de las imágenes satelitales disponibles públicamente. Las imágenes multitemporales (1986 - 2021) de los sensores satelitales Landsat, Landsat 5 (TM), Landsat 7 (ETM+) y Landsat 8 (OLI), como también las de Sentinel-2(MSI) fueron usadas para identificar los cambios de la línea de costa. La descripción de cada imagen satelital obtenida es presentada en la **Tabla 7** y **Tabla 8**. Las imágenes Landsat son valiosas para los análisis multitemporales debido a las características de sus datos sinópticos y repetidos, resoluciones multiespectrales y espaciales y al potencial para medir y diferenciar la interfase de la tierra y el mar, y las características geofísicas y para distinguir los cambios costeros desde los años 1970 (Moore, 2000; Ritchie *et al*., 1990; Woodcock *et al*., 2008; Jutla *et al.*, 2013; Nandi *et al.*, 2016; Ding *et al.*, 2019). Las imágenes fueron descargadas desde la plataforma de Google Earth Engine (GEE) ((https://earthengine.google.com/) y de Earth explorer (https://earthexplorer.usgs.gov/). Todas las imágenes descargadas estaban en la proyección UTM para la zona 18S y 17S, y el datum WGS84. Se descargaron las imágenes correspondientes a los meses de los periodos de verano, principalmente entre los meses de diciembre y enero.

***Tabla 7**. Información de la lista de conjunto de datos de imágenes satelitales usadas para el análisis de los cambios de la línea de costa en las playas asociadas con el ámbito del área piloto Punta Salinas-Végueta en los periodos de verano. TM, Thematic Mapper; ETM+, Enhanced Thematic Mapper; OLI/TIRS, The Operational Land Imager/Thermal Infrared Sensor; MSI, MultiSpectral Instrument. Las fechas están en formato mes/día/año.*

Satélite	Sensor	Fecha de adquisición	Resolución espacial	Localidad	Método de Extracción
Landsat 5	TM	1/18/1997	30	Chancay	CoastSat
Landsat 7	ETM+	2/22/2001	30	Chancay	CoastSat
Landsat 7	ETM+	12/26/2002	30	Chancay	CoastSat
Landsat 7	ETM+	2/28/2003	30	Chancay	CoastSat
Landsat 5	TM	2/23/2004	30	Chancay	CoastSat
Landsat 5	TM	3/29/2005	30	Chancay	CoastSat
Landsat 5	TM	2/15/2007	30	Chancay	CoastSat

Satélite	Sensor	Fecha de adquisición	Resolución espacial	Localidad	Método de Extracción
Landsat 5	TM	3/21/2008	30	Chancay	CoastSat
Landsat 5	TM	2/4/2009	30	Chancay	CoastSat
Landsat 8	OLI/TRIS	3/25/2015	15	Chancay	CoastSat
Sentinel-2	MSI	1/14/2018	10	Chancay	CoastSat
Sentinel-2	MSI	2/3/2019	10	Chancay	CoastSat
Sentinel-2	MSI	2/28/2020	10	Chancay	CoastSat
Sentinel-2	MSI	1/28/2021	10	Chancay	CoastSat
Landsat 5	TM	3/30/1988	30	Huacho	CoastSat
Landsat 5	TM	2/16/1990	30	Huacho	CoastSat
Landsat 5	TM	2/17/1996	30	Huacho	CoastSat
Landsat 5	TM	2/3/1997	30	Huacho	CoastSat
Landsat 5	TM	1/29/2001	30	Huacho	CoastSat
Landsat 7	ETM+	2/9/2002	30	Huacho	CoastSat
Landsat 5	TM	2/23/2004	30	Huacho	CoastSat
Landsat 5	TM	3/19/2007	30	Huacho	CoastSat
Landsat 5	TM	1/3/2009	30	Huacho	CoastSat
Landsat 8	OLI/TRIS	1/4/2015	15	Huacho	CoastSat
Sentinel-2	MSI	1/10/2016	10	Huacho	CoastSat
Sentinel-2	MSI	12/25/2016	10	Huacho	CoastSat
Landsat 8	OLI/TRIS	12/27/2017	15	Huacho	CoastSat
Landsat 8	OLI/TRIS	1/12/2018	15	Huacho	CoastSat
Sentinel-2	MSI	2/3/2019	10	Huacho	CoastSat
Sentinel-2	MSI	2/28/2020	10	Huacho	CoastSat
Sentinel-2	MSI	1/13/2021	10	Huacho	CoastSat
Landsat 5	TM	12/30/1989	30	Supe Puerto	Landsat Toolbox
Landsat 5	TM	1/8/1999	30	Supe Puerto	Landsat Toolbox
Landsat 7	ETM+	2/10/2008	30	Supe Puerto	Landsat Toolbox
Landsat 7	ETM+	1/7/2019	30	Supe Puerto	Landsat Toolbox
Landsat 7	ETM+	2/13/2021	30	Supe Puerto	Landsat Toolbox

***Tabla 8**. Información de la lista de conjunto de datos de imágenes satelitales usadas para el análisis de los cambios de la línea de costa en las playas asociadas con el ámbito del área piloto Máncora-Cabo Blanco en los periodos de verano. TM, Thematic Mapper; ETM+, Enhanced Thematic Mapper; OLI/TIRS, The Operational Land Imager/Thermal Infrared Sensor; MSI, MultiSpectral Instrument. Las fechas están en format mes/día/año.*

Satélite	Sensor	Fecha de adquisición	Resolución espacial	Localidad	Método de extracción
Landsat 5	TM	12/27/1986	30	Cabo Blanco	CoastSat
Landsat 5	TM	1/20/1990	30	Cabo Blanco	CoastSat
Landsat 5	TM	1/26/1998	30	Cabo Blanco	CoastSat
Landsat 5	TM	1/13/1999	30	Cabo Blanco	CoastSat
Landsat 5	TM	2/1/2000	30	Cabo Blanco	CoastSat

Satélite	Sensor	Fecha de adquisición	Resolución espacial	Localidad	Método de extracción
Landsat 7	ETM+	2/11/2001	30	Cabo Blanco	CoastSat
Landsat 7	ETM+	1/13/2002	30	Cabo Blanco	CoastSat
Landsat 7	ETM+	12/31/2002	30	Cabo Blanco	CoastSat
Landsat 7	ETM+	12/26/2006	30	Cabo Blanco	CoastSat
Landsat 7	ETM+	1/3/2010	30	Cabo Blanco	CoastSat
Landsat 7	ETM+	1/9/2012	30	Cabo Blanco	CoastSat
Landsat 8	OLI/TIRS	2/7/2014	15	Cabo Blanco	CoastSat
Landsat 8	OLI/TIRS	1/25/2015	15	Cabo Blanco	CoastSat
Sentinel-2	MSI	1/6/2016	10	Cabo Blanco	CoastSat
Landsat 8	OLI/TIRS	1/14/2017	15	Cabo Blanco	CoastSat
Sentinel-2	MSI	1/10/2018	10	Cabo Blanco	CoastSat
Landsat 8	OLI/TIRS	1/4/2019	15	Cabo Blanco	CoastSat
Sentinel-2	MSI	1/5/2020	10	Cabo Blanco	CoastSat
Sentinel-2	MSI	1/4/2021	10	Cabo Blanco	CoastSat
Landsat 5	TM	3/14/1986	30	Vichayito - Los Órganos	Landsat Toolbox
Landsat 5	TM	1/20/1990	30	Vichayito - Los Órganos	Landsat Toolbox
Landsat 7	ETM+	2/11/2001	30	Vichayito - Los Órganos	CoastSat
Landsat 7	ETM+	12/31/2002	30	Vichayito - Los Órganos	CoastSat
Landsat 7	ETM+	12/24/2011	30	Vichayito - Los Órganos	CoastSat
Landsat 8	OLI/TIRS	12/21/2013	15	Vichayito - Los Órganos	CoastSat
Landsat 8	OLI/TIRS	1/25/2015	15	Vichayito - Los Órganos	CoastSat
Sentinel-2	MSI	1/6/2016	10	Vichayito - Los Órganos	CoastSat
Sentinel-2	MSI	12/31/2016	10	Vichayito - Los Órganos	CoastSat
Sentinel-2	MSI	1/10/2018	10	Vichayito - Los Órganos	CoastSat
Sentinel-2	MSI	1/5/2019	10	Vichayito - Los Órganos	CoastSat
Sentinel-2	MSI	1/5/2020	10	Vichayito - Los Órganos	CoastSat
Sentinel-2	MSI	1/4/2021	10	Vichayito - Los Órganos	CoastSat
Landsat 5	TM	3/14/1986	30	Máncora	Landsat Toolbox
Landsat 5	TM	1/20/1990	30	Máncora	Landsat Toolbox
Landsat 5	TM	1/26/1998	30	Máncora	Landsat Toolbox
Landsat 7	ETM+	12/25/2000	30	Máncora	CoastSat
Landsat 7	ETM+	2/11/2001	30	Máncora	CoastSat
Landsat 7	ETM+	1/13/2002	30	Máncora	CoastSat
Landsat 7	ETM+	2/17/2003	30	Máncora	CoastSat
Landsat 7	ETM+	3/24/2010	30	Máncora	CoastSat
Landsat 8	OLI/TIRS	12/21/2013	15	Máncora	CoastSat
Landsat 8	OLI/TIRS	2/7/2014	15	Máncora	CoastSat
Landsat 8	OLI/TIRS	1/25/2015	15	Máncora	CoastSat
Sentinel-2	MSI	1/6/2016	10	Máncora	CoastSat
Sentinel-2	MSI	1/30/2017	10	Máncora	CoastSat
Sentinel-2	MSI	1/10/2018	10	Máncora	CoastSat
Sentinel-2	MSI	1/5/2019	10	Máncora	CoastSat
Sentinel-2	MSI	1/5/2020	10	Máncora	CoastSat
Sentinel-2	MSI	1/9/2021	10	Máncora	CoastSat

4.4.2. Extracción de las líneas de orilla

4.4.2.1. Definición de línea de orilla y línea de costa

La definición clara de los términos empleados en estudios costeros es importante para el uso y aplicación (Basco, 1985), entre ellos los términos *línea de costa* y *línea de orilla*. La *línea de costa* es necesaria diferenciarla de *la línea de orilla*. Desde la perspectiva de la geomorfología costera, *la línea de costa* es definida como el borde de la tierra en el límite de mareas altas normales de sicigias; el margen de tierra sub aéreo, a menudo marcado por el borde hacia mar de vegetación terrestre. En las costas con acantilado la línea de costa es tomada como el pie del acantilado en el nivel de marea alta de sicigia (Bird, 2008).

La *línea de orilla* es considerada como el borde del agua, moviéndose hacia adelante y hacia atrás a medida que las mareas suben y bajan, así que hay una *línea de orilla* de marea baja. Una *línea de orilla* intermareal y una *línea de orilla* de alta marea. Mientras que las *líneas de costa* están sumergidas solamente en circunstancias excepcionales (por ejemplo durante oleajes extremos). Si la *línea de costa* y *la línea de orilla* son tomadas como sinónimos, la distinción mencionada se pierde. Sin embargo, el termino *línea de orilla* es a menudo usado para la *línea de costa* de lagos, estuarios, y lagunas costeras, donde el rango de marea es generalmente pequeño y la zona intermareal es angosta o inexistente (Bird, 2008).

Muchos autores norteamericanos han preferido el término línea de orilla (*shoreline*) que el de línea de costa (*coastline*), pero hay notables excepciones: Shepard & Wanless (1971) tituló su libro Our Changing Coastline, y la revista destacada norteamericana es llamada Journal of Coastal Research. En los Estados Unidos el término *shoreline* es definida legalmente como la línea promedia de agua alta (*mean high wáter, MHW*), como está mostrada en las cartas náuticas producidas por la NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*). La línea de orilla y otros niveles son simplemente llamadas líneas, por ejemplo la línea promedia de agua baja más baja (*mean lower low water line*), el cual es un límite hacia el mar de la propiedad privada en algunos estados del Este de Norteamérica (Parker, 2001).

Por otro lado, la definición de *shoreline* ha sido investigada basada en consideraciones geográficas o hidrológicas (Fenster et al., 1993; Camfield and Morang, 1996; Douglas et al., 1998; Moore, 2000; Toure et al., 2019). Boak & Turner (2005) enlistó cuarenta y cinco (45) indicadores de *shoreline* usados alrededor del mundo para los estudios de monitoreo costero. El estudio de Boak & Turner (2005) separa los indicadores de las líneas de orilla en rasgos costeros visualmente distinguidos y en datum específico de mareas. Concerniente a esto último, la posición de la línea de orilla es definida como la intersección del perfil de playa con una elevación vertical específica.

De acuerdo a Boak & Turner (2005), la identificación de una "*shoreline"* involucra dos etapas. El primero requiere la definición y selección de un indicador de línea de orilla que actuará como un *proxy* para la interfase tierra-agua. La segunda etapa está relacionada con la detección del escogido indicador de la línea de orilla en la fuente de datos disponible (imágenes satelitales).

Para obtener la posición de la línea de orilla, hay diversas fuentes de datos, tales como levantamientos de campo, fotografías aéreas, mapas y cartas costeras, fotografías aéreas, radar, sistemas video – cámaras, imágenes satelitales, entre otros. En este estudio, las fuentes de datos son las imágenes satelitales. En adelante usaremos el término "línea de orilla" en vez de "línea de costa" como indicador para analizar los cambios históricos y determinar la erosión y acreción a partir de las imágenes satelitales. Para definir la posición de la línea de orilla, se eligió el indicador de la *línea instantánea de agua o* interfase agua-arena en las imágenes de satélite.

4.4.2.2. Método de extracción de la línea de orilla

La extracción de la línea de costa en esta etapa se realizó para los periodos de verano (periodo 2) desde 1986 hasta 2021 (ver **Tabla 7** y **Tabla 8**), asociadas con las fechas de realización del levantamiento de los perfiles en las playas priorizadas. Para obtener los datos temporales, las líneas de orilla fueron detectadas a partir de imágenes satelitales disponibles de libre descarga (Landsat 5, Landsat 7, Landsat 8 y Sentinel-2), mediante percepción remota y análisis geoespacial, utilizando el software *CoastSat* desarrollado por Vos *et al*. (2019a).

CoastSat es un conjunto de herramientas de software de código abierto escrito en Python que permite a los usuarios obtener series de tiempo de la posición de la línea de orilla en cualquier litoral costero del mundo a partir de imágenes satelitales de hace más de 30 años (y en aumento). La aplicación *CoastSat* está disponible públicamente en la web para su libre descarga[4]. Este programa permite la extracción semiautomática de las líneas de orilla a partir de las imágenes (Vos *et al*., 2019a, 2019b).

La aplicación *CoastSat* usa principalmente dos pasos para mapear la línea de orilla (definida como la interfase instantánea entre la arena y el agua) en las imágenes satelitales: (1) la clasificación de los pixeles en las imágenes usando redes neuronales de dos capas y (2) la segmentación por técnica de umbralización de la interfase arena-agua usando el Índice espectral, Índice Modificado de Agua de Diferencia Normalizada (*MNDWI*, siglas en inglés) y extracción del contorno con resolución sub-pixel con el algoritmo denominado *Marching Squares* (Cipolletti *et al*., 2012).

[4] https://github.com/kvos/CoastSat

Una vez obtenidas las líneas de costa en archivo digital vectorial (S*hapefile*) se almacenó cada una de ellas en una base de datos geográfica *Geodatabase* (con la ayuda del software ArcGis). Asimismo, se tuvo que realizar algunas ediciones mínimas a estas líneas con ayuda de las imágenes que *CoastSat* te proporciona ya procesadas, para obtener la línea de costa más cercana a la realidad. Cabe resaltar que, durante el proceso de la obtención de líneas de costa en el software *CoastSat*, se procedió a verificar línea por línea y así obtener las líneas de orilla más óptimas.

En el caso de Supe Puerto, no se lograron analizar las imágenes satelitales con la aplicación *CoastSat*, debido a que dichas imágenes presentaban demasiada nubosidad. En este caso las imágenes satelitales fueron descargadas (desde https://earthexplorer.usgs.gov/) de forma manual, luego procesadas para la extracción de las líneas de orilla usando la herramienta Landsat Toolbox (Daniels, 2012). Landsat Toolbox es una caja de herramientas usada en ArcGIS. Básicamente por este método, la extracción de la línea de orilla consistió en el uso de las transformaciones Tasseled Cap, empleando las bandas 1-5, y 7 de las imágenes Landsat 5 y 7. También se usó la transformación NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) empleando las bandas 3 y 4 de las imágenes Landsat. La combinación de estas transformaciones permite normalizar los datos y discriminar entre las zonas de rompientes y zonas de playas, generando finalmente una línea como límite entre la tierra y el mar, la cual fue guardada y almacenada en una base de datos georreferenciada de igual forma como se describió anteriormente.

Para los casos de las playas de Vichayito – Los Órganos, y Máncora se extrajeron las líneas de orilla principalmente por el método de la aplicación *CoastSat* y complementada por el método de la aplicación LandSat Toolbox. En el caso de las playas de Vichayito – Los Órganos, empleando el LandSat Toolbox se extrajeron líneas de orilla de los años 1986 y 1990, mientras que para las playas de Máncora, de los años 1986, 1990 y 1998.

4.4.3. Medición de los cambios de posición de las líneas de orilla

Las líneas de orilla detectadas y extraídas de las imágenes satelitales en las áreas de estudio fueron analizadas usando la herramienta *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)*, versión 4.3 (Thieler *et al*., 2009) en un SIG. El DSAS es una extensión de ArcGIS que fie desarrollado por el Servicio Geológico de Los Estados Unidos (USGS). El DSAS ha sido usado por investigadores alrededor del mundo para analizar los cambios de la línea de orilla debido a que es una herramienta con varios métodos estadísticos específicos para calcular los cambios en la posición de la línea de orilla (Thieler *et al*., 2005; Tran Thi *et al*., 2014; Feng *et al*., 2015; Nassar *et al*., 2018a; Kuleli, 2010; Joseph *et al*., 2016; Stanchev *et al*., 2018; Nassar *et al*., 2018b; Sytnik *et al*., 2018; Mishra *et al*., 2019, and Mishra *et al*., 2020).

En este estudio, se creó una *geodatabase* personal para cada localidad de interés, usando el ArcCatalog para almacenar los atributos: identificador único (ID), fecha, longitud, forma (shape) e incertidumbres para cada línea de orilla extraída correspondiente para a los periodos analizados. Después de que las fechas de adquisición de las imágenes satelitales hayan sido ingresadas, todos los atributos fueron generados automáticamente. Todas las posiciones de las líneas de orilla extraídas para cada año seleccionado, fueron añadidas en un archivo shapefile como recomienda Thieler *et al*. (2009). Luego se dibujó una línea base hipotética paralela a la línea de orilla extraída, ubicándola en la zona hacia continente para evaluar la variación espaciotemporal en las posiciones de la línea de orilla.

Como paso siguiente, se generaron transectos perpendiculares a la línea base hipotética a lo largo de las seis zonas de interés. Los transectos generados se espaciaron en intervalos de 80 m (Chancay) y 40 m (Huacho, Supe Puerto, Cabo Blanco, Vichayito-Los Órganos, y Máncora). El uso de 40 m de espaciamiento entre transectos en las playas, se debió a que estas presentaron líneas de orilla menos curvas que las otras, permitiendo generar transectos sin que estos se intercepten entre ellos mismos. Lo contrario sucedió en las playas de Chancay para los periodos de verano.

Los estadísticos de las tasas de cambio fueron generados por la intersección entre los transectos y las líneas de orilla. Con la línea base como referencia, los valores positivos de las tasas indicaron un cambio hacia el mar de la línea de orilla a lo largo del transecto, mientras que los valores negativos de las tasas indican un cambio hacia continente (Maiti & Bhattacharya, 2009).

Varios métodos estadísticos han sido desarrollados para calcular las tasas de cambio para ser usadas como indicadores de erosión/acreción, como también las incertidumbres asociadas, que fueron implementadas en la herramienta DSAS: end point rate (EPR), linear regression rate (LRR), net shoreline movement (NSM), y shoreline change envelope (SCE).

A continuación se realiza una breve descripción de cada parámetro estadístico empleado en este estudio como indicador del cambio de línea de orilla:

Shoreline change envelope (SCE): Amplitud del cambio de la línea de orilla, este reporta una distancia, no una tasa. La SCE es la distancia entre la línea más lejana y más cercana de la línea base en cada transecto. Este representa el cambio total en el movimiento de la línea de orilla para todas las posiciones de líneas de orilla disponibles y no estás relacionada con sus fechas. Una copia del archivo transecto puede ser recortado para que este despliegue para este lapso con propósitos de visualización.

Net shoreline movement (NSM): Movimiento neto de la línea de orilla, este parámetro reporta una distancia no una tasa. El NSM está asociado con las fechas de solamente dos líneas de orilla.

Este reporta la distancia entre las líneas de orilla más antigua y la más joven para cada transecto. Este representa la distancia total entre la línea de orilla más antigua y la más joven. Si esta distancia es dividida por el número de años transcurrido entre las dos posiciones de línea de orilla, el resultado es la End point Rate descrito.

End point rate (EPR), Tasa de cambio de punto final, este parámetro es calculado al dividir la distancia del movimiento por el tiempo transcurrido entre la línea de orilla más antigua y la más recientes. Las ventajas principales de la EPR son fácil cálculo y el requerimiento mínimo de dos líneas de orilla con diferente fecha. La principal desventaja es que en los casos donde más datos están disponibles, la información adicional es ignorada. Los cambios con signo (acreción a erosión), magnitud, o tendencias cíclicas podrían ser perdidas (Crowell *et al*., 1997; Dolan *et al*., 1991).

Linear regression rate (LRR), Tasa del cambio por el método de regresión lineal, este puede ser determinado al ajustar por mínimos cuadrados una línea a todos los puntos de la línea de orilla para un transecto en particular. La línea de regresión es colocada tal que la suma de los residuos cuadrados sea minimizada. La tasa de regresión lineal es la pendiente de la línea. El método de regresión lineal incluye las siguientes características: (1) todos los datos son usados, sin importar los cambios en la tendencia o exactitud, (2) el método es puramente computacional, (3) el cálculo está basado en los conceptos estadísticos aceptados, y (4) el método es fácil para emplear (Dolan *et al*., 1991).

La EPR es usualmente usada para análisis de corto plazo, mientras que la LRR es usada para análisis de largo plazo. Para el análisis a largo plazo (1986-2021) en este estudio se usaron todos los métodos mencionados, y principalmente la LRR, con la desviación estándar (SD) y el coeficiente de variación (CV) para una mejor interpretación de los cambios que suceden en el espacio en función del tiempo a lo largo de los transectos. La EPR fue obtenida con el cociente entre la distancia del movimiento de la línea de orilla y el tiempo transcurrido entre la línea de orilla más reciente y la más antigua. En contraste, la LRR es un estadístico de la tasa de regresión lineal que fue obtenida al ajustar una línea de regresión de mínimos cuadrados a todos los puntos de la línea de orilla para cada transecto y calcula la tasa promedia del cambio de la posiciones de la línea de orilla sobre diferentes periodos. El cambio en la tasa de la regresión lineal se calcula como la pendiente del cambio de la línea de orilla (Thieler *et al.*, 2009; Nassar *et al.*, 2018a, 2018b). El retroceso de la línea de orilla hacia tierra (erosión) fue indicado por los valores negativos de EPR y LRR, y un valor positivo simbolizó la migración hacia el mar (acreción) de la línea de orilla.

Los procesos de erosión y acreción inferidos a partir de los cambios de línea de orilla, pueden ser evaluados en niveles o rangos de valores de erosión y acreción expresadas en m/año. Se empleó

la clasificación de niveles de erosión usada como referencia basada en estudios previos (MINAM en preparación; Cifuentes *et al*., 2017; Natesan *et al., 2015;* Del Río *et al*., 2013). La clasificación referencial de los rangos de erosión y acreción empleada está basada en siete categorías, la cual se describe en la **Tabla 9**.

Tabla 9*. Clasificación de los cambios de línea de orilla basada en los estadísticos EPR y LRR (Tomada de Cifuentes et al., 2017; y referencias citadas allí).*

Clase	Rango (m/año)	Clasificación de los procesos de cambios de la línea de orilla
1	**<-15**	Erosión muy alta
2	**<-5 a -15**	Erosión alta
3	**<-2 a -5**	Erosión moderada
4	**-2 a <2**	Estable
5	**>2 a 5**	Acreción moderada
6	**>5 a <15**	Acreción alta
7	**>15**	Acreción muy alta

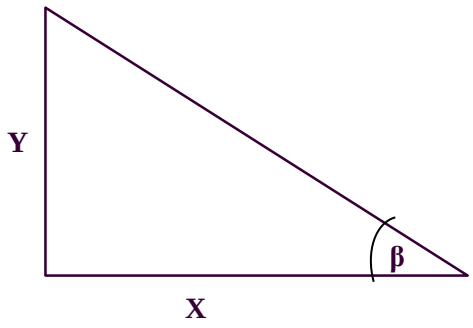
La clasificación de los cambios de línea de orilla mencionada (**Tabla 9**) se aplicó en la costa, en el Pacífico colombiano (Cifuentes *et al*., 2017), donde la geomorfología incluye playas, acantilados, estuarios, deltas y marismas. El litoral en el Pacifico colombiano presenta principalmente depósitos marinos, lagunares, volcánicos y terrígenos (Posada *et al*., 2009). La región es conocida por sus fuertes lluvias, numerosos ríos y vegetación exuberante (Correa & Morton, 2010). Los cambios litorales en esta zona están influenciados por procesos naturales como las desembocaduras de ríos y el fenómeno El Niño.

En el presente estudio, las zonas por sus condiciones climáticas y características sedimentarias no se asemejan con las zonas donde se desarrollaron y aplicaron la clasificación de los cambios de línea de orilla según Cifuentes *et al*. (2017). La clasificación de erosión/acreción la usaremos únicamente de manera referencial para este estudio. Posteriormente para obtener una clasificación objetiva sobre los procesos de erosión y acreción de acuerdo a las zonas de estudio, será necesario realizar estudios específicos. Se deberá evaluar los cambios de la línea de orilla a lo largo de todo el litoral peruano o en la mayor parte posible y así obtener rangos completos sobre su amplitud y tasas que permitan la comparación entre zonas con distintas localizaciones geográficas.

4.4.4. Cálculo del margen de error

El margen de error estimado es un índice relacionado con la variación horizontal de la marea, y calculado a partir de los resultados obtenidos en los perfiles de playa. Es necesario considerar este margen para examinar los resultados del análisis espacio temporal de la línea de costa. Una variación dentro del margen de error, implica que puede responder a una variación natural de la marea, especialmente cuando se utiliza información de diferentes épocas del año. El desplazamiento horizontal de la marea sobre la playa es inversamente proporcional a la pendiente de la misma. Por tal motivo, se alcanzan amplitudes mayores cuando existen pendientes suaves de arena fina y amplitudes menores con pendientes pronunciadas y sedimentos de mayor tamaño (Rondón, 2011).

El margen de error se calcula a partir de los datos obtenidos en el perfil de playa. Se consideran los datos de la variación horizontal (X) y la variación vertical (Y), para calcular el ángulo de la pendiente del perfil (α) (Figura 21), a través de la siguiente fórmula:



Donde:

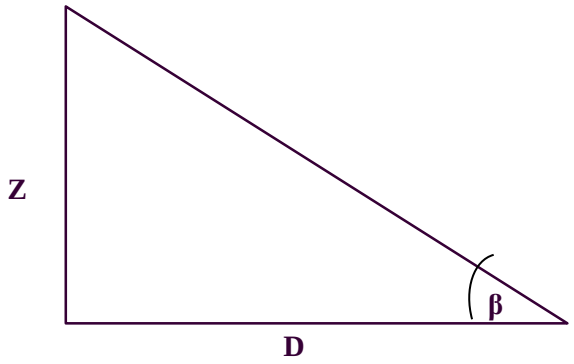
α = ángulo del perfil

Hipotenusa = variación horizontal (X)

Cateto opuesto = variación vertical (Y)

A partir de este cálculo se obtiene el ángulo α, el cual representa al ángulo del perfil de playa. Este resultado permite calcular la variación horizontal de la marea. A partir de la pendiente del perfil y la amplitud máxima de la marea, podemos calcular la variación horizontal natural que tiene la marea. Debido a que solo tomamos en cuenta la marea sobre la playa, este resultado se dividirá en la mitad para obtener el margen de error estimado.

El cálculo de la variación horizontal de la marea se realizó a través de la siguiente fórmula (Rondón, 2011):



Donde:

α = ángulo de la pendiente del perfil

Z = variación máxima histórica de la marea[5]

D = variación horizontal

5. Resultados

5.1. Identificación de la morfología de la línea de costa

El principal resultado del proceso de identificación de la morfología de la línea de costa, es la obtención de información geográfica digital referente a las provincias de Huaral, Huaura y Barranca (Lima) vinculadas al área piloto Punta Salinas - Végueta, y la provincia de Talara (Piura) vinculada al área piloto Cabo Blanco – Máncora. La información digitalizada está conformada por capas vectoriales y un conjunto de criterios morfológicos (**Tabla 10**).

[5] Dato obtenido de la Dirección de Hidrografía y Navegación del Perú para la zona del Callao, tomando el Nivel Medio de Bajamares de Sicigias Ordinarias (NMBSO), cuyos valores han sido calculados en base a la data histórica de las Estaciones Mareográficas (Dirección de Hidrografía y Navegación, 2006).

***Tabla 10**. Tipos de costa identificados durante la aplicación de los criterios de digitalización de la línea de costa.*

TIPO	DEFINICIÓN	CRITERIO
Costa rocosa	Acantilados rocosos, escarpes rocosos.	En acantilados el trazado de la línea de costa se realiza siguiendo el pie del acantilado en contacto con la línea de agua. En zonas con escarpe rocoso se sigue la línea de la última marea alta
Playa arenosa con infraestructura	Sustrato arenoso con presencia de infraestructura construida por el hombre	Se sigue la línea del límite de la playa hacia continente en contacto con la infraestructura instalada que puede ser un malecón, muro de contención, vereda, carretera asfaltada o de afirmado, etc.
Playa arenosa sin infraestructura	Sustrato arenoso	Se sigue la línea de costa del límite de la playa hacia continente en contacto con el pie de una duna costera, vegetación natural, plano aluvial, humedal, lindero de terreno agrícola, etc.
Estuario	Desembocaduras de ríos con influencia por el cambio de la marea	El trazado de la línea se extiende río arriba hasta donde la altitud de la rivera no influencie la subida de marea
Marisma	Terreno inundado por el mar en marea alta	Se sigue el límite de vegetación permanente que marca la zona no inundable
Infraestructura en contacto con el agua	Estructura instaladas por el hombre como puertos, diques, muelles pesqueros, etc.	El trazado de la línea de costa sigue la línea del contacto de la infraestructura con el agua

La descripción de los rumbos de cada playa, puerto y bahía asociados con las áreas pilotos se describen a continuación.

5.1.1. Morfología en la línea de costa en el Área Piloto Punta Salinas-Végueta

5.1.1.1. Morfología en la línea de costa en Chancay

La descripción de la morfología en la línea de costa en Chancay se resume en la **Tabla 11**, y se describe a continuación. Aproximadamente a 28 millas hacia el SE de punta *Lachay* y 7 millas hacia el SE de punta *Grita Lobos*, se encuentra establecido el puerto *Chancay*, dentro del distrito y provincia de *Chancay*, departamento de *Lima*.

***Tabla 11**. Tramo de la zona de playa en Chancay.*

Morfología de la línea de costa	**Tramo de la zona de playa en Chancay**
Playa Dulce	Playa de guijarros al sur de Pta. Grita Lobos , al norte de Tramo de la zona de playa en Chancay
Punta Dulce (El Casonal)	Al norte de Tramo de la zona de playa en Chancay
Punta Caliche	Pequeña punta ubicada al norte de Tramo de la zona de playa en Chancay
Punta De Lance	Limita por el norte el Tramo de la zona de playa en Chancay
Punta Cabulán	Pequeña punta en el Tramo de la zona de playa en Chancay
Playas de Chancay	Tramo de la zona de playa en Chancay, entre Pta. Ayangue-Punta Cabulán (rumbo este oeste y luego rumbo NE-SW, cambiando a NS) y entre Punta Cabulán a Pta. De Lance (principalmente NW-SE, con un sector **NS** en la parte central); varían por el sur
Punta Chancay	Limita por el sur el tramo de zona de playa de Chancay y el Puerto de Chancay.

El puerto está construido en un seno abrigado por el lado occidental con la punta *Chancay*, que lo protege de los efectos del mar de leva, así como de la intensidad de los vientos reinantes.
El gradiente del fondo submarino es bastante uniforme. El veril de los 5 m se encuentra aproximadamente a 300 m de la playa, con fondo de arena y la rodea paralelamente.
La línea de costa digitalizada para el ámbito provincial de Huaral comprende el litoral de la playa Chancay con una longitud de 10 515 m, desde la punta Chancay por el sur hasta la playa Calichera hacia el norte (**Figura 17**).

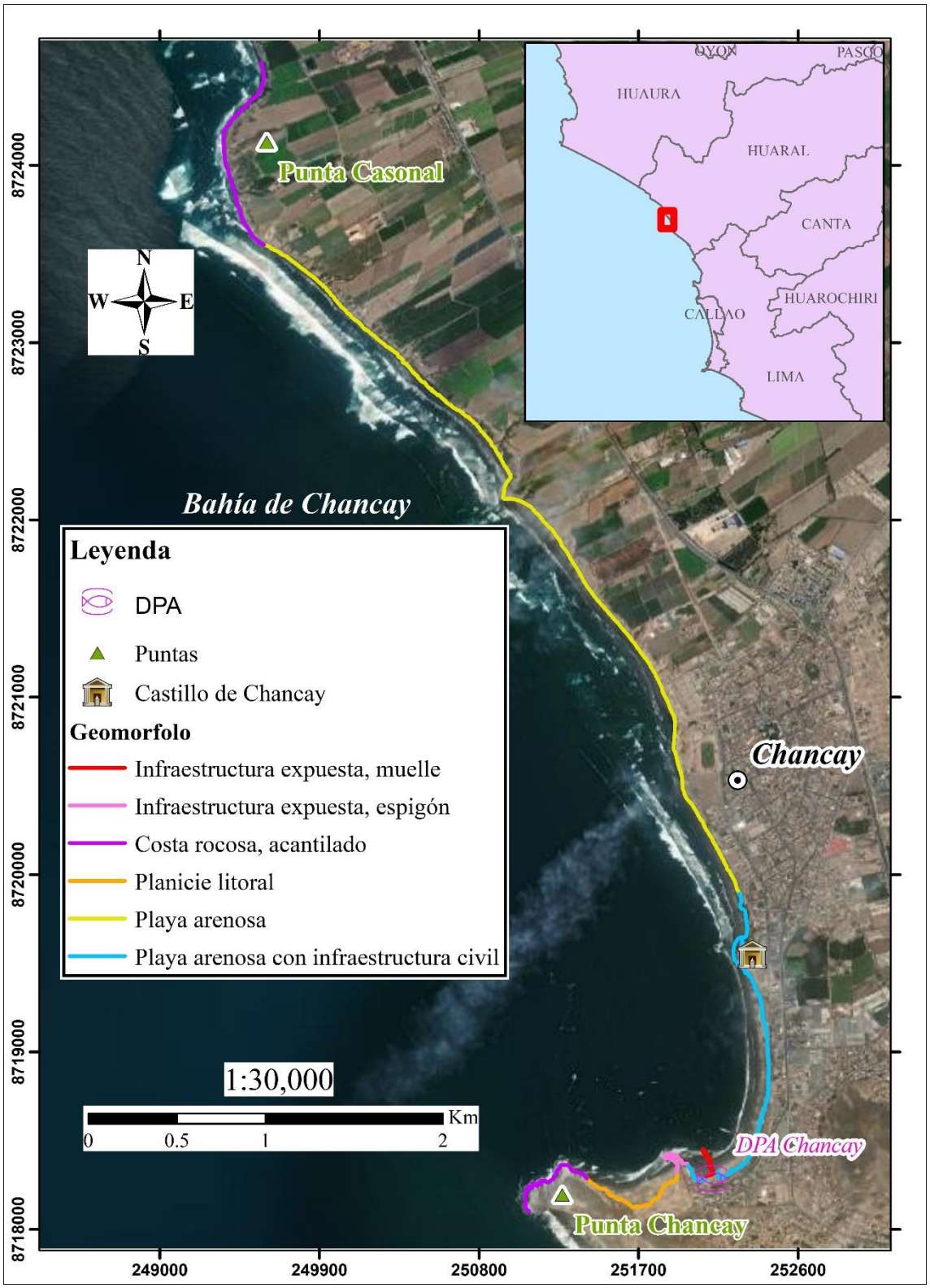


Figura 17. Mapa de morfología de la línea de costa en la playa de Chancay.

5.1.1.2. Morfología en la línea de costa en Huacho

La descripción de la morfología por tramos de la zona de las playas en Huacho se resume en la **Tabla 12**, y se detalla a continuación. La bahía de *Huacho* es un seno que labra la costa entre las puntas *Carquín* por su extremidad N y *Huacho*, que la abriga por el S.

***Tabla 12**. Tramo de la zona de playas en Huacho.*

Morfología de la línea de costa	**Tramo Zona de playa en Huacho**
Bahía de Huacho	La Bahía de Huacho es un seno que labra la costa entre las puntas Punta Carquín en su extremo norte y su extremo sur es Punta Huacho, que se describe independientemente al final de este cuadro. Esta bahía inicia antes del *Tramo zona de estudio de Zona de playa en Huacho*
Punta Carquín	Límite sur de la Bahía de Carquín, esta punta abriga la Caleta Carquín, ubicada al norte de esta punta. Punta Carquín es constituida por un llano alto que avanza en dirección W desde su caleta y constituye el extremo norte de la Bahía de Huacho. Se encuentra fuera del *tramo Zona de playa en Huacho*
Playa El Potrero, Playa Chorrillos	Playas de arena ubicadas en el *tramo Zona de playa en Huacho*, tanto la Playa El Potrero como la parte norte y central de la Playa Chorrillos presentan rumbo NW-SE variando a través de un rumbo NS a la playa ubicado en el puerto de Huacho, de rumbo NE-SW
Punta Huacho	Límite sur de la Bahía de Huacho y también del *tramo Zona de playa en Huacho*, es peñascosa, de 60 m de alto con un color rojizo. Por su extremidad norte se adelanta algo más de 1 milla un peñasco puntiagudo contra el cual rompe el mar.
Punta La Viuda	Ubicada hacia el SW de Punta Huacho, es una punta constituida por los cambios de rumbo hacia SW y NE, los cuales forman la Punta La Viuda.

El lado oriental de esta bahía está constituida por un barranco de mediana altura, delante del cual se extiende una lengua angosta de playa.

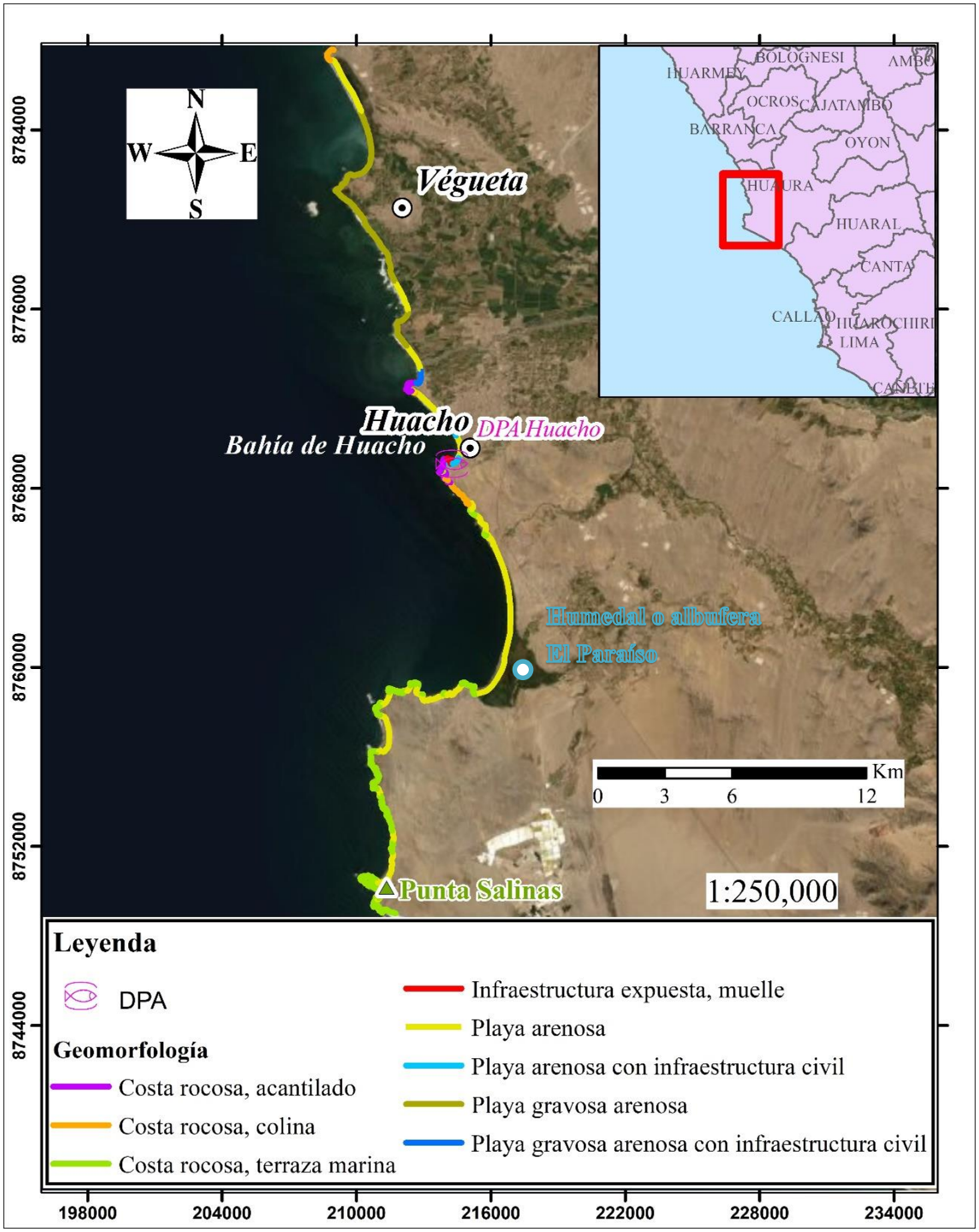


***Figura 18**. Mapa de la morfología de la línea de costa del área piloto "Punta Salinas - Végueta".*

El puerto está establecido en el seno SE de la bahía, resguardado por la punta *Huacho* que despide un pequeño islote; la bahía tiene aproximadamente 2 millas de largo por ½ milla de ancho.

La gradiente de la topografía submarina es bastante regular. El veril de los 5 m se encuentra aproximadamente a 150 m de la playa y sigue paralelamente su contorno hasta alcanzar la ubicación del muelle. A partir de este punto se acerca más a la costa S de la bahía hasta llegar a punta *Huacho*.

Al aproximarse al puerto *Huacho*, se destacan los cerros *San Juan*, son tres prominencias cada una de ellas tienen dos picos separados. El cerro más alto de este conjunto es de 735 m, se encuentran situados a 14 km tierra adentro en el paralelo de la punta *Végueta*.

La bahía de *Huacho* muestra barrancos de color marrón claro, con vegetación en su parte inferior y en la parte alta.

La línea de costa digitalizada para el ámbito provincial de Huaura comprende el litoral del área piloto desde Punta Salinas hasta Végueta con una longitud de 77 817 m, incluyendo zonas de promontorios rocosos, y costas rocosas, albuferas y humedales (El Paraiso), costas arenosas (playa) con infraestructura y sin infraestructura presente (**Figura 18)**, como también infraestructuras en contacto con el agua (**Tabla 10**).

5.1.1.3. Morfología en la línea de costa de la Bahía Supe

La morfología de la línea de costa en la localidad asociada con la bahía de Supe se resume en la **Tabla 13**, y de manera detallada se explica a continuación. De acuerdo a HIDRONAV (2002), la bahía de *Supe* comienza hacia el SE de punta *Barranca* (10°46'18.4" S, 77°45'55.8" W)*;* la bahía es bastante abierta, que cuenta con un mogote que se levanta en la parte intermedia de su costa dando origen a la formación de 2 senos definidos; este mogote recibe el nombre de punta *San Pedro y* presenta un contorno acantilado, especialmente por su lado S y está rodeado de rocas que afloran.

El seno del lado N de esta punta recibe el nombre de playa *El Colorado* y el otro constituye propiamente el puerto *Supe*, que tiene la forma de un semicírculo conformado por una playa de arena baja que remata por el W en punta *Patillo*, que tiene 32 m de altura.

La bahía *Supe* tiene 2 millas de largo entre las puntas *Barranca* y *Patillo* y cerca de ½ milla de ancho. La topografía del fondo submarino decrece gradualmente desde los 18 m en la entrada, hasta los 6 m próximos a la playa. El veril de los 9 m se encuentra a menos de 400 m de la costa y en las cercanías de punta *Patillo*.

Puerto *Supe* se encuentra establecido en el seno S de la bahía del mismo nombre, la mejor marca para reconocer el puerto desde el mar a una gran distancia, es el cerro *Gallo Grande* de forma

acampanada y de 3,112 m de altura, donde se pueden apreciar tres picos en sus cumbres y se debe marcar al 063° MV desde el fondeadero.

***Tabla 13**. Tramo en la zona de la playa en Supe.*

Morfología de la línea de costa	**Tramo en la zona de playa en Supe**
Punta Chorrillos	Limita por el norte el Tramo de la zona de playa en Supe.
Playa Chorrillos (Puerto Chico)	Playa en el Tramo de la zona de playa en Supe. En la zona sur la playa tiene rumbo SE (en el extremo sur), variando NS. En la zona central y norte el rumbo de la playa es NW-SE.
Punta Barranca	Límite noroeste de la Playa el Colorado, es una punta que sale aproximadamente 5000 m al oeste de la costa, tiene flancos acantilados con dos farallones en la parte extrema (uno de ellos denominado Roca Blanca que es casi un islote).
Playa El Colorado	Playa de arena dentro del tramo de la zona de playa en Supe entre Punta Barranca y Punta San Pedro rumbo de la playa es NW-SE.
Punta San Pedro	Límite de la Playa ubicada al norte de Pta. Patillo, contorno acantilado en el lado sur.
Playa del Puerto de Supe	Playa de arena ubicada al norte de Punta Cabo Blanco y al sur de la desembocadura de Quebrada Verde.
Punta Patillo	Ubicado dentro del tramo en la zona de playa en Supe, es el límite sur de la playa del Puerto de Supe.
Punta Thomas	Ubicada al oeste y a continuación de Punta Patillo y a su vez el límite norte de Playa La Isla.
Playa La Isla	Al sur de Punta Thomas, playa de arena entre dos pequeños cerros que conforman una zona colinosa y que es dividida ´por una punta que termina en el Islote Señil.
Islote Señil (Faraón)	Islote casi conectado la orilla en algunas épocas cuando baja la marea, favoreciendo el proceso de formación de un tómbolo.
Punta Aspero	Limita por el sur Playa La Isla fuera del Tramo en la zona de playa en Supe.

La línea de costa digitalizada para el ámbito provincial de Barranca comprende el litoral de la playa Supe puerto con una longitud de 9 099 m, desde la isla El Faraón por el sur hasta los promontorios con acantilados rocosos del cerro Atarraya hacia el norte (**Figura 19**). En general la franja costera del litoral completo entre Punta salinas y Végueta corresponde a costas heterogéneas con presencia de costas con escarpes rocosos, playas con sustrato arenoso, y acantilados rocosos principalmente.

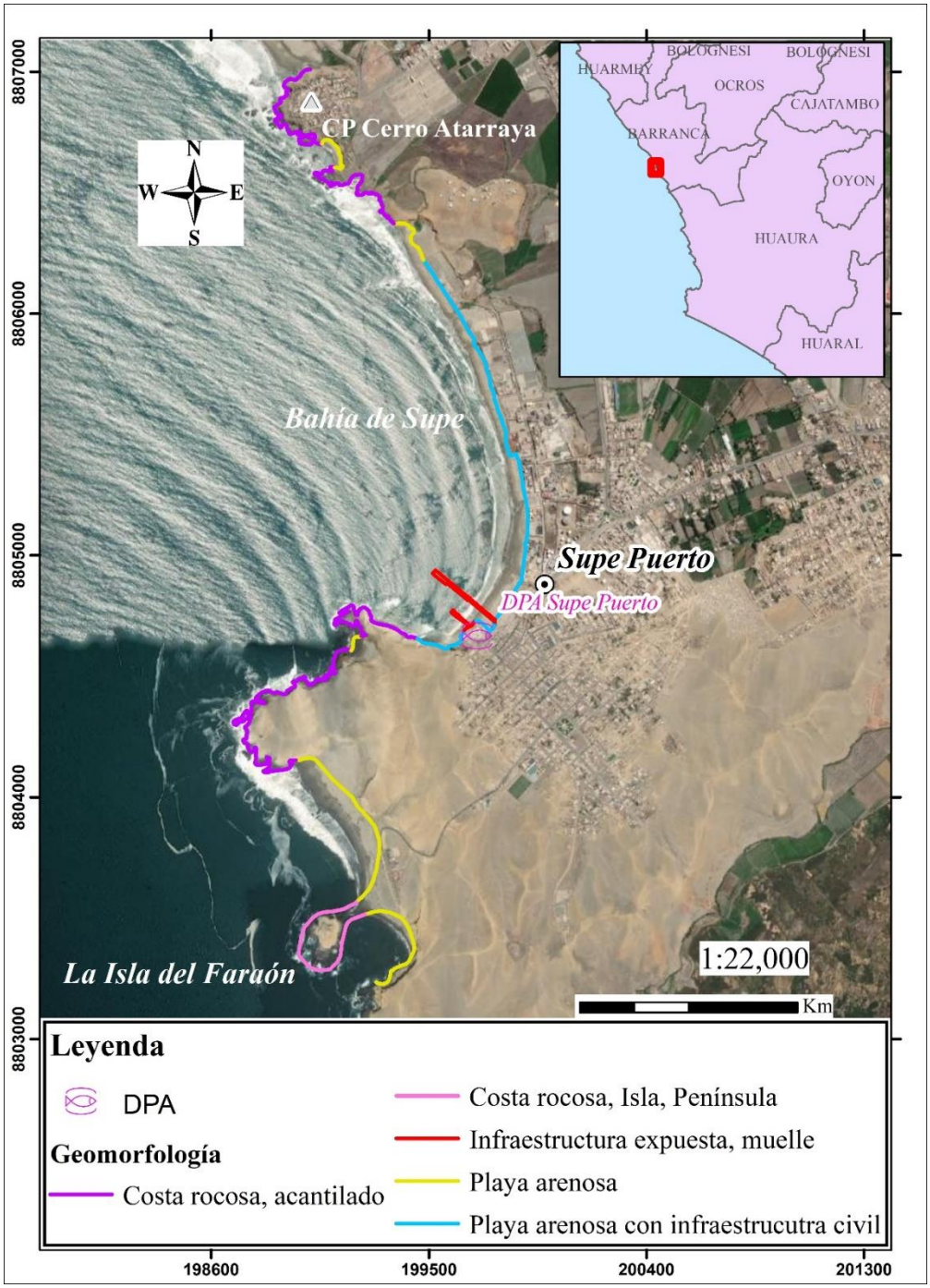


***Figura 19**. Mapa de la morfología de línea de costa en la localidad de Supe Puerto.*

5.1.2. Morfología de la línea de costa en el Área Piloto Cabo Blanco-Máncora

La línea de costa digitalizada para el área provincial Talara comprende el litoral del área piloto Máncora – Cabo Blanco con una longitud de 40 213 m desde la punta Cabo Blanco por el sur hasta el río Tumbes hacia el norte (**Figura 20**). En general la franja costera del litoral completo entre Cabo Blanco y Máncora corresponde a una unidad geomorfológica homogénea de sustrato arenoso que limitan hacia continente en su mayoría con infraestructura urbana como balnearios principalmente, seguida de carreteras, y promontorios.

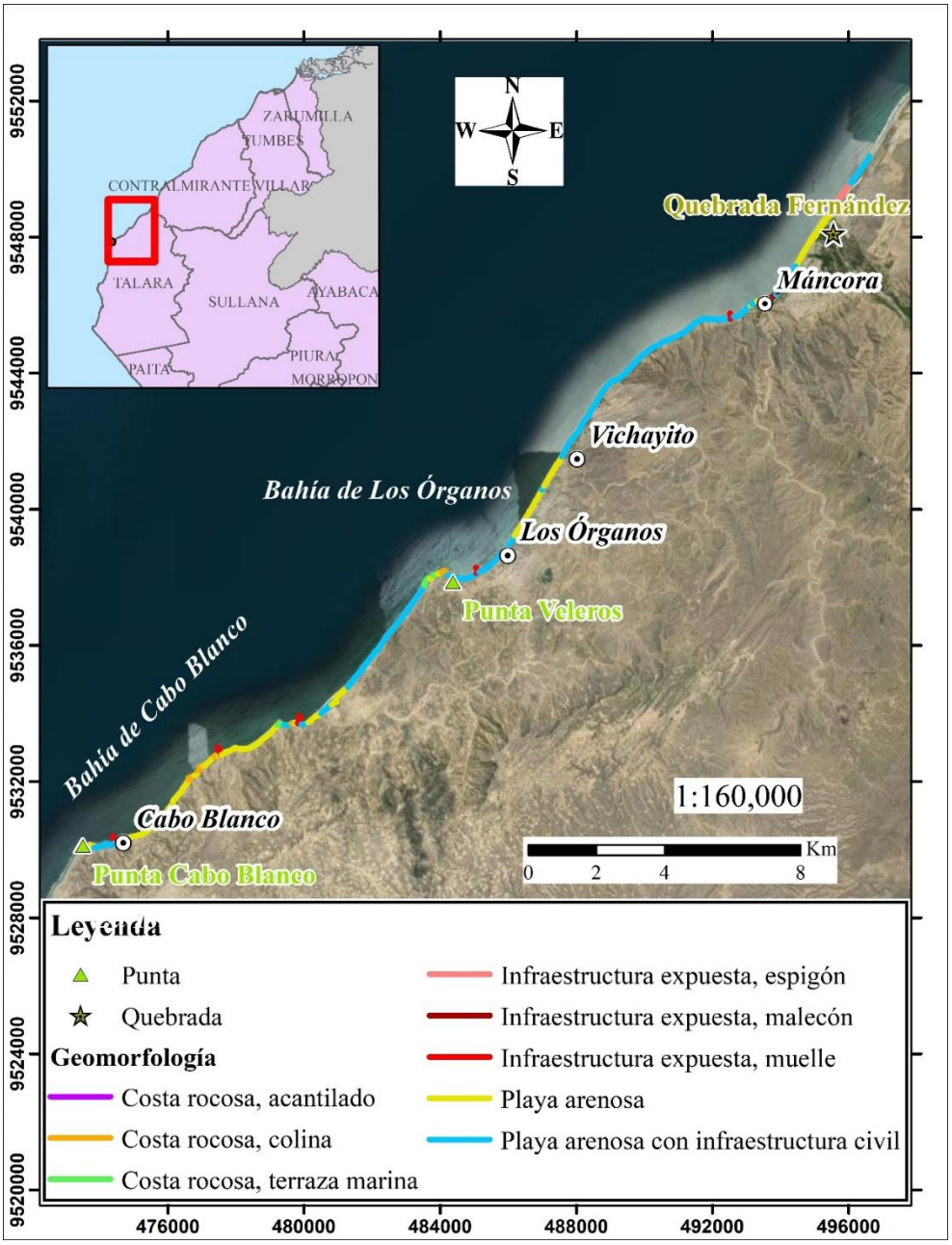


***Figura 20**. Mapa de la línea de costa en el área piloto de Máncora – Cabo Blanco.*

5.1.2.1. Morfología de la línea de costa en Cabo Blanco

La descripción de la morfología de la línea de costa por tramo zona de estudio de Cabo Blanco se resume en la **Tabla 14** y **Figura 21**se detalla a continuación Aproximadamente a 1 milla al SW de la caleta *El Ñuro* se desprende la punta *El Farallón*, formada por un grupo de cerros altos y oscuros sobre la playa; desde esta punta, la costa se orienta al SW por aproximadamente 4 millas hasta alcanzar el cabo *Blanco* pasando por la playa *Las Animas*.

El cabo *Blanco* lo forma una colina de 274 m de altura presentando un color blanquecino debido al guano de las aves, dando origen a su nombre; está comprendido entre dos puntas: punta *Verde*, llamada así en virtud de terminar allí la vegetación de la costa y comenzar el desierto con grandes arenales y, punta *Peña Negra* por razón de este mismo accidente. El mogote más saliente es de color blanco, forma redondeada y no muy elevado.

En el cabo destacan unas rocas, de las cuales la más notable y visible es un farallón de poca altura, que se aparta ¼ de milla de la playa.

En la parte superior del cabo se encuentra establecida la ciudad de *El Alto*, cuyos castillos y tanques de petróleo se destacan desde mar afuera; durante la noche puede verse a gran distancia las luces de la ciudad.

A cabo *Blanco* se le considera como el límite N de la Corriente Peruana, donde al doblar hacia el W se forma la Contracorriente Ecuatorial del Sur.

En este mismo punto se produce la convergencia de la Contracorriente Ecuatorial que conjuntamente con el fenómeno anterior, reunidos ocasionan cambios atmosféricos en esta región, los cuales se traducen en fuertes rachas de viento de mayor intensidad que cualquier otras posibles que se experimentan a lo largo del litoral peruano, siendo marcadamente sensibles entre los meses de Mayo a Noviembre.

La *Caleta Cabo Blanco* se encuentra establecida al NE del cabo *Blanco*. La ciudad de *El Alto*, los castillos de los pozos y los tanques de petróleo son puntos conspicuos que se observan en la parte alta de *Cabo Blanco*.

La mayor parte de *Máncora* y Los *Órganos* presentan terrazas tablazos marinos y aluviales en capas alternas, seguidos de acantilados muertos y playas de material fluvial y eólico junto con puntas rocosas cubiertos de arena (Villanueva, 2017).

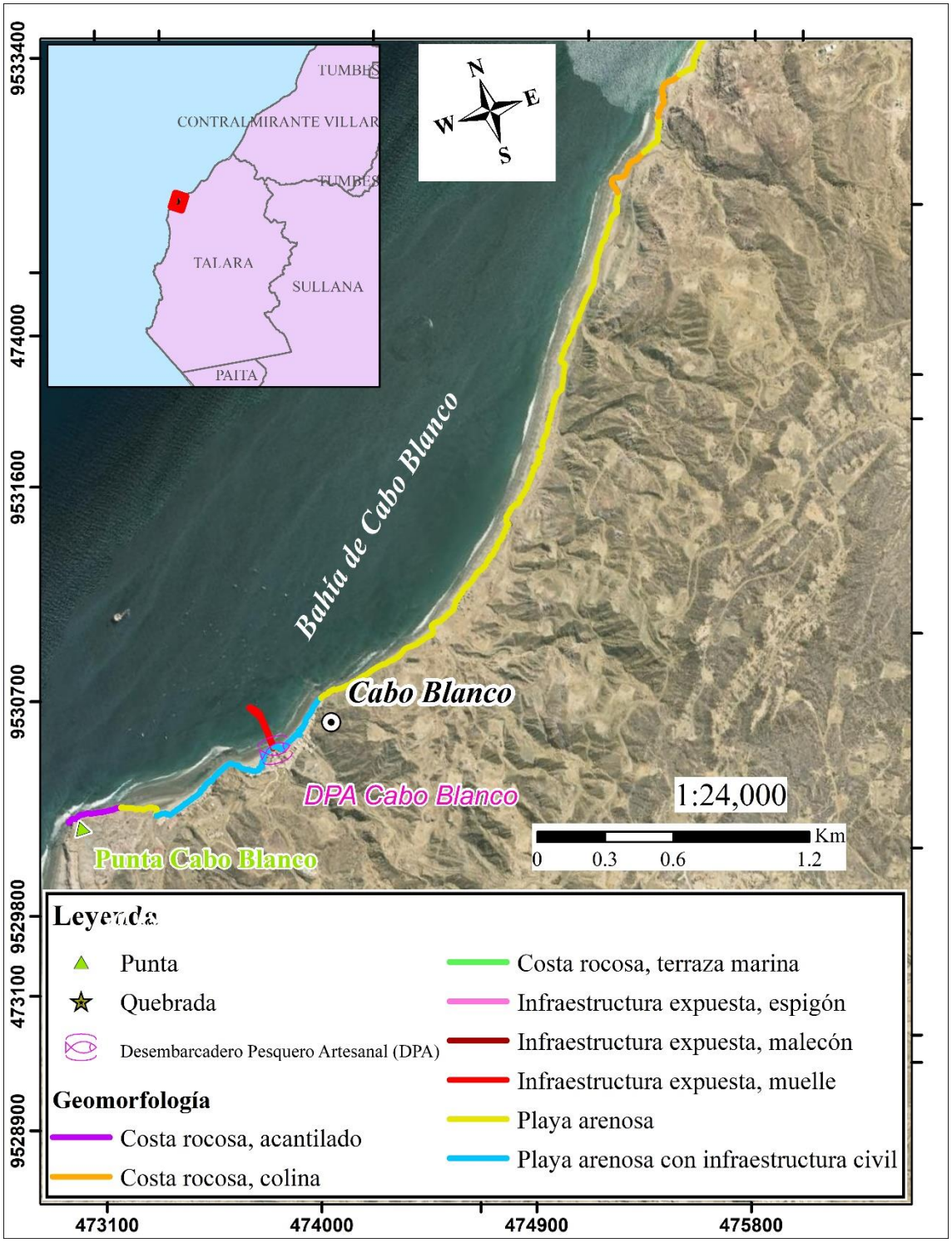


***Figura 21**. Mapa de la morfología de la línea de costa en la localidad de Cabo Blanco.*

***Tabla 14**. Resumen de la morfología de la línea de costa en el tramo zona de estudio de Cabo Blanco.*

Morfología de la línea de costa	**Tramo zona de estudio de Cabo Blanco**
Punta Quebrada Verde	Limita por el norte el tramo de zona de playa de Cabo Blanco.
Playa Las Ánimas Cabo Blanco	Zona de playa arenosa ubicada al norte de Punta Cabo Blanco y al sur de la desembocadura de Quebrada Verde. Orientada según rumbo NE-SW
Cabo Blanco	Entre Punta Verde y Punta Peña Negra, el tramo de la zona de estudio por el norte Punta Quebrada Verde y está limitado Punta Cabo Blanco
Punta Cabo Blanco	Limita por el sur el tramo de zona de playa de Cabo Blanco, forma una eminencia de 274 m altura

5.1.2.2. Morfología de la línea de costa en la playa Los Órganos – Vichayito

La morfología de la línea de costa por tramo en la zona de estudio Los Órganos – Vichayito se resume en la **Tabla 15**, y la descripción extendida se realiza a continuación. La costa entre las caletas *Máncora* y *Los Órganos - Vichayito*, que distan 6 millas, presenta dos aspectos bien diferenciados; los primeros 5 km lo conforman los bordes de los cerros *Peña Mala*, que se extienden hacia el SW hasta formar la punta del mismo nombre, a partir de la cual se extiende una playa recta, baja y de arena que llega hasta la caleta *Los Órganos - Vichayito*.

Desde la punta *Peña Mala* y a 1 milla al NE y SW de la misma, la playa se presenta cubierta de rocas y bajeríos peligrosos que se extienden hasta aproximadamente 500 metros de la playa, haciéndola inabordable. Esta playa se extiende hacia el SW hasta labrar un seno que desprende la punta *Los Órganos*; este seno abriga la caleta del mismo nombre, cuya población se encuentra establecida a una milla al NE de esta punta.

Desde el mar se observan los tanques de petróleo y varias edificaciones altas que sirven como puntos de referencia para la navegación.

El aspecto de la costa es barrancoso y en algunas partes falta la playa; en la parte que termina el barranco y el tablazo con altura de 19 metros, se corta verticalmente en forma particular y en los

paredones de una especie de veril se dibujan como tubos o gruesos cañones de un órgano instrumental descubierto que es tocado en las iglesias, de ahí el nombre de *Los Órganos*.

El cerro *Los Órganos* de 420 m de altura está situado a seis millas hacia el NE de *Cabo Blanco*; los cerros *Amotape* se encuentran hacia el interior del cerro *Los Órganos*, sobre el tablazo y emergen entre 1000 m y 1600 m de altura, extendiéndose aproximadamente a 65 km de SE a NW. En los alrededores de los cerros altos, en el llano o tablazo, existen pozos abiertos donde en alguna época se ha extraído brea, circunstancia a la que debe uno de sus nombres; otro de estos nombres se debe al distrito que alcanza que es *Amotape*, nombre también proveniente de su capital que está próxima. Estos cerros se distinguen desde el mar a gran distancia y constituyen excelentes puntos de referencia para los navegantes.

Inmediatamente al W de caleta *Los Órganos*, la costa forma una saliente de aproximadamente 1 km de extensión, llamada punta *Órgano Chico*, que cierra por el S esta caleta; luego se vuelve recta hacia el SW por 2.5 millas, donde se encuentra caleta *El Ñuro*.

La caleta *El Ñuro e*s una playa de aproximadamente 3 km de largo por 500 m de ancho en forma de bastón, los pescadores artesanales varan sus lanchas a fuerza humana, el camino de ingreso a la caleta es bastante accidentado.

***Tabla 15**. Resumen de la morfología de la línea de costa en el Tramo zona de estudio de playa Los Órganos – Vichayito.*

Morfología de la línea de costa	**Tramo zona de estudio de Playa Los Órganos – Vichayito**
Punta Peña Mala	Al sur del *Tramo zona de estudio de Playa Máncora* y antes del *Tramo zona de estudio de Playa Los Órganos - Vichayito* y Punta Los Órganos).
Playa Vichayito, Playa Los Órganos	Playa arenosa ubicada al sur de Punta Peña Mala, en dirección SW, hasta Punta Los Órganos.
Punta Los Órganos	Entre *Tramo zona de estudio de Playa Los Órganos - Vichayito* y entre *Tramo zona de estudio de Playa Cabo Blanco.*
Punta Farallón	Entre *Tramo zona de estudio de Playa Los Órganos - Vichayito* y entre *Tramo zona de estudio de Playa Cabo Blanco* (a 1 milla al SW de Caleta El Ñuro).

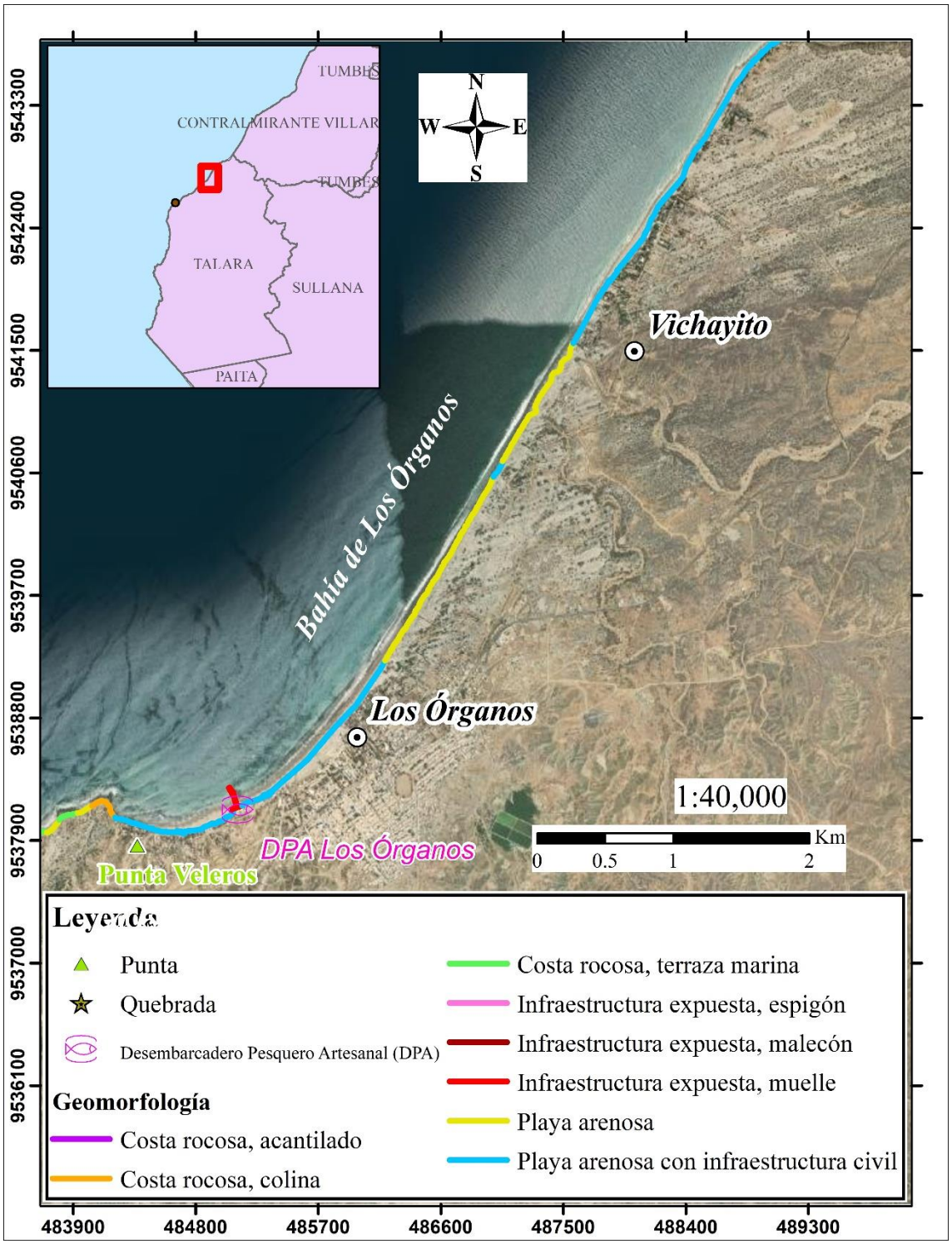


***Figura 22**. Mapa de la morfología de la línea de costa en la localidad de Vichayito – Los Órganos.*

5.1.2.3. Morfología de la línea de costa en Máncora

La morfología de la línea de costa por tramos en Máncora se resume en la **Tabla 16**, y se describen en forma extendida a continuación. La ensenada Máncora está conformada por 9 millas en dirección *SW* desde punta *Sal*. La ensenada está formada por una playa baja y de arena, a lo largo de la cual cruzan las quebradas *Bravo*, *Seca* y *Fernández*; esta última desprende cerca de la playa y sobre sus bordes abundante vegetación.

La ensenada de *Máncora* presenta 2 pequeños codos en la costa, el que se encuentra más hacia el N es el más grande y forma la punta *Máncora*, constituyendo un pequeño seno que abriga ´por el N a la caleta *Máncora* y por el S a *Máncora Chico*; 1 milla más al W del primer codo, se destaca otro más pequeño y sin importancia, donde la costa cambia hacia el SW.

***Tabla 16**. Tramo de la zona de estudio en las playas de Máncora.*

Morfología de la línea de costa	**Tramo zona de estudio de Playa Máncora**
Ensenada de Máncora	Ensenada que se forma 9 millas en dirección oeste, desde Punta Sal, está formada por una playa baja de arena donde se encuentra la desembocadura de las quebradas Bravo, Seca y Fernández. Presenta dos codos pequeños en la costa, el de más al norte que es más extenso y forma la Punta Máncora, el otro está al sur, denominado Punta Padre Illescas.
Playas de Máncora (*)	Playa arenosa que conforma la Ensenada de Máncora, incluye como parte del área de estudio el límite de ámbito provincial y hasta el norte de la desembocadura de Quebrada Fernández. Limita por el sur con Punta Padre Illescas. Hacia el norte de Punta Máncora tienen rumbo NE-SW y entre Punta Máncora y Punta Padre Illescas cambia de NE-SW a E-W.
Punta Máncora y Punta Padre Illescas (*)	Conforman la Ensenada de Máncora, la primera abriga por el norte la caleta Máncora y la otra constituye el límite sur (está punta ubicada al sur está fuera del tramo de estudio)

(*) Conforman la Ensenada de Máncora pero por ser el objeto del estudio, se describen también en detalle.

Desde caleta *Máncora*, se levantan los cerros *Peña Mala* que se extienden a lo largo de unos 5 km bordeando la costa hacia el SW; estos cerros dan paso a una serie de quebradas, entre ellas destaca la quebrada *Pasos de Cabo Blanco*, que permanece seca la mayor parte del año y desemboca sobre la caleta *Máncora Chico*.

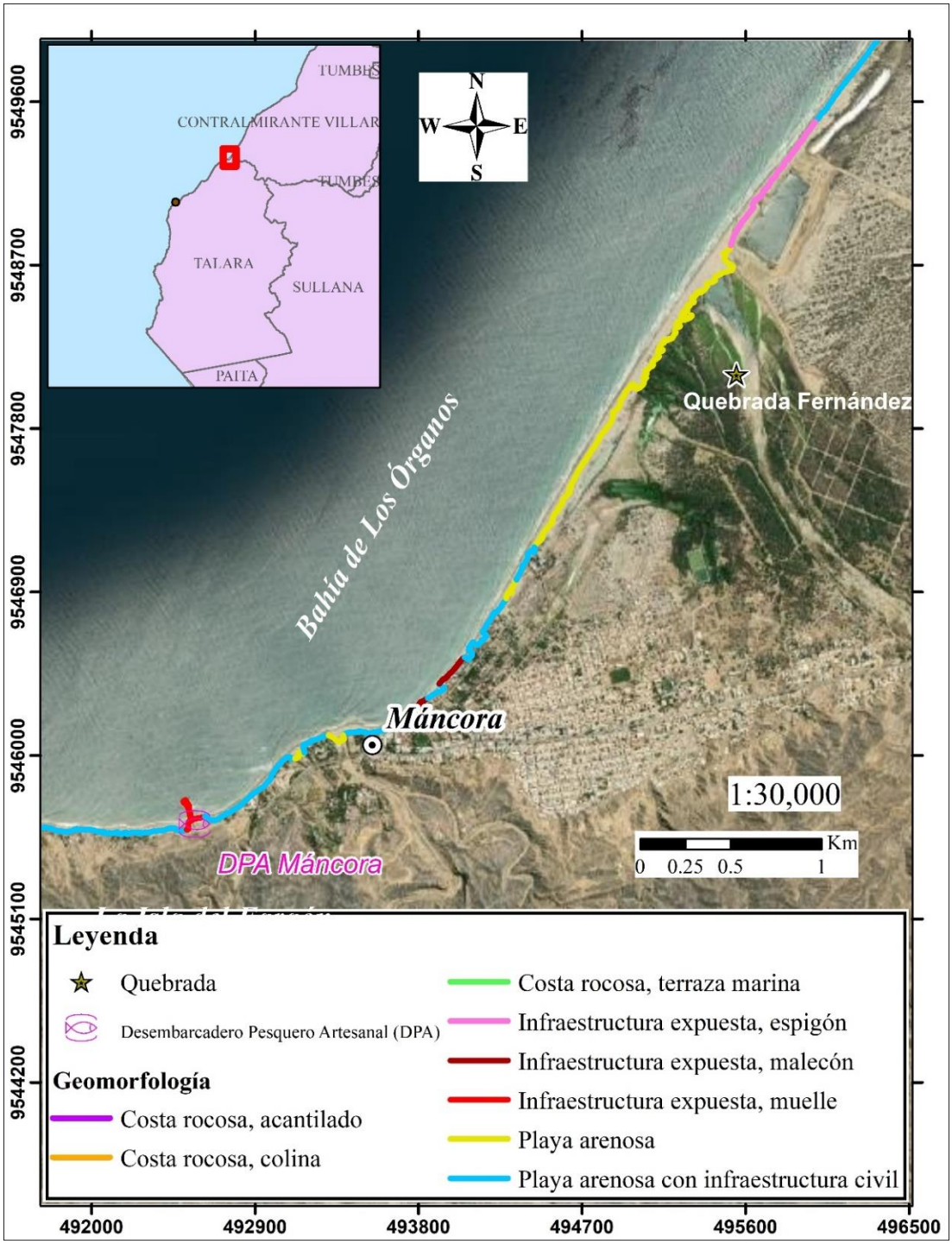


***Figura 23**. Mapa de la morfología de la línea de costa de la localidad de Máncora.*

5.2. Identificación de infraestructura antrópica y mapeo de la cobertura y uso de la tierra

Luego de la identificación y digitalización cartográfica se obtuvo como resultado la siguiente identificación de infraestructura antrópica y mapeo de la cobertura y uso de la tierra para el departamento de Lima y Piura:

5.2.1. Área de trabajo Chancay

Se tiene que la cobertura más predominante en el ámbito de trabajo es el área agrícola, que representa en promedio el 39%. Mientras que la infraestructura: Terminal portuario, representa solo un 0.02 % del total. A continuación, se aprecia a más detalle cada cobertura y uso de la tierra (ver **Tabla 17** y **APÉNDICE A-3**).

Respecto a las estructuras marinas permeables en el Puerto de Chancay, según el Derrotero de la Costa del Perú, de la Dirección de Hidrografía y Navegación (HIDRONAV, 2002) consta de lo siguiente:

Tuberías submarinas:

- ✓ A 150 metros hacia el SW del cabezo del muelle hay una tubería submarina de 450 metros de largo, que parte de la playa en dirección SE - NW cuyo terminal se encuentra en una profundidad de 7 metros bajo nivel del mar, donde hay fondeada una chata absorbente indicando el final de la tubería.
- ✓ A 250 metros hacia el NW del cabezo del muelle hay una tubería submarina de 500 metros de largo, que parte de la playa en dirección E - W cuyo terminal se encuentra en una profundidad de 8 metros bajo nivel del mar, donde hay fondeada una chata absorbente indicando el final de la tubería.
- ✓ Existen 8 tuberías submarinas con sus respectivas chatas absorbentes, las cuales sirven para la descarga de productos hidrobiológicos a las respectivas empresas pesqueras; estas tuberías pertenecen a las empresas pesqueras: Conservas Barcarola, Procesadora de Productos Marinos SA, Alexandra SA, Austral SA, Peruvian Oil SA, San Fermín SA, Nemesis SA y Polar SA.

Muelle Desembarcadero Pesquero Artesanal de Chancay: Perteneciente a FONDEPES, de 147 metros de largo por 8 metros de ancho y una profundidad de 3 metros en el cabezo del muelle; se dedica a las actividades pesqueras y sirve para brindar facilidades a embarcaciones de hasta 20 toneladas. Fue inaugurado en el año 1997.

Muelle ENAPU: De propiedad de ENAPU, fue ampliado en el año 1965 y se encuentra al NE de punta Oyague; tiene 171 metros de largo por 11 metros de ancho y una profundidad de 4 metros en el cabezo del muelle, siendo el cabezo una plataforma montada sobre pilotes de concreto, de 30 metros de largo. Se encuentra operativo con limitaciones.

Boyas de amarre: Existen 4 boyas de amarre color amarillo y una toma (Boyarin) que conecta a una tubería submarina con orientación 090° y de una longitud de 800 metros hacia tierra.

***Tabla 17**. Coberturas y uso de la tierra – Chancay. Fuente: Elaboración propia.*

COBERTURA Y USO ACTUAL DE LA TIERRA DE LA PLAYA CHANCAY					
Cobertura general	**Subtipo 1**	**Subtipo 2**	**Uso actual**	**Área (ha)**	**Porcentaje %**
Cobertura Natural	Colina	Colinas sin vegetación	Sin uso	7.82	1.03
	Costa Rocosa	Acantilados	Sin uso	31.90	4.19
	Costa sedimentaria o acumulación	Playa de arena	Turístico	23.06	3.03
			Turístico y Pesca artesanal	3.23	0.42
	Planicie	Llanura sin vegetación	Sin uso	10.24	1.35
Cobertura Antrópica	Área agrícola	Zona Agrícola	Agricultura	299.33	39.34
	Área Comercial	Castillo de Chancay	Turístico	2.28	0.30
	Área Industrial	Zona Industrial	Industrial	62.64	8.23
	Área urbana	Tejido urbano continuo	Equipamiento	1.03	0.14
			Residencial y equipamiento	180.36	23.70
		Tejido urbano discontinuo	Residencial y equipamiento	88.98	11.69
	Infraestructura	Muelles (permeable)	Turístico y Pesca artesanal	0.27	0.04
		Terminal Portuario	Pesca artesanal	0.18	0.02
		Vía terrestre	Transporte	23.41	3.08
	Otras coberturas	Otras coberturas	Otros usos	5.12	0.67
Otras coberturas	Otras coberturas	Zona arqueológica	Turística - Cultural	21.03	2.76
Total				760.88	100.00

5.2.2. Área de trabajo Huacho

La cobertura más predominante en el ámbito territorial de Huacho es el área urbana, específicamente el tejido urbano continuo, que representa en promedio el 55%. Mientras que la infraestructura: muelles, representan solo un 0.09 % del total (*ver* **Tabla 18** y **APÉNDICE A-4**).

***Tabla 18**. Coberturas y uso de la tierra – Huacho. Fuente: Elaboración propia.*

COBERTURA Y USO ACTUAL DE LA TIERRA DE LA PLAYA HUACHO					
Cobertura general	**Subtipo 1**	**Subtipo 2**	**Uso actual**	**Área (ha)**	**Porcentaje %**
Cobertura Natural	Colina	Colinas sin vegetación	Sin uso	1.25	0.18
	Costa Rocosa	Acantilados	Sin uso	9.53	1.35
	Costa sedimentaria o acumulación	Humedal costero	Sin uso	17.77	2.51
			Turístico	3.19	0.45
		Playa de arena	Turístico	3.49	0.49
			Turístico y Pesca artesanal	24.74	3.50
	Planicie	Llanura sin vegetación	Sin uso	4.65	0.66
	Terraza marina	Terraza marina	Sin uso	6.72	0.95
Cobertura Antrópica	Área agrícola	Zona Agrícola	Agricultura	207.13	29.31
	Área Industrial	Zona Industrial	Industrial	8.49	1.20
	Área urbana	Tejido urbano continuo	Equipamiento	10.35	1.46
			Residencial y equipamiento	376.52	53.28
			Turístico	4.21	0.60
		Tejido urbano discontinuo	Residencial	17.19	2.43
	Infraestructura	Muelles (permeable)	Turístico y Pesca artesanal	0.60	0.09
		Terminal Portuario	Pesca artesanal	2.34	0.33
		Vía terrestre	Transporte	8.58	1.21
Total				706.74	100.00

Las estructuras marinas permeables en el Puerto de Huacho, según el Derrotero de la Costa del Perú, de la Dirección de Hidrografía y Navegación (HIDRONAV, 2002) consta de lo siguiente:

Muelle Terminal Portuario de Huacho: En posición Lat. 11°07'18.6" S, Long. 77°36'59.2" W, de propiedad de ENAPU, estructura de concreto, tiene 222 metros de largo por 5 metros de ancho y una profundidad de 3.3 metros en el cabezo del muelle. Cuenta con una luz fija color rojo con alcance nominal 3 millas, iluminación con postes de metal con reflectores; pueden abordar embarcaciones de hasta 180 toneladas.

Muelle Desembarcadero Artesanal Pesquero de Huacho: En posición Lat. 11°07'20.4" S, Long. 77°37'00.7" W, de propiedad de FONDEPES, estructura de concreto, de 133 metros de largo por 4 metros de ancho y una profundidad de 3.3 metros en el cabezo del muelle; es utilizado para descargar especies hidrobiológicas para consumo humano. Tiene iluminación con postes de metal con reflectores.

5.2.3. Área de trabajo Supe Puerto

La cobertura más predominante en el ámbito de trabajo es el área agrícola, que representa en promedio el 33%. Mientras que las infraestructuras, específicamente los muelles, representan solo un 0.19% del total. En la **Tabla 19** y **APÉNDICE A-5** se describe con más detalle.

***Tabla 19**. Coberturas y uso de la tierra – Supe Puerto. Fuente: Elaboración propia.*

COBERTURA Y USO ACTUAL DE LA TIERRA DE LA PLAYA SUPE PUERTO					
Cobertura general	**Subtipo 1**	**Subtipo 2**	**Uso actual**	**Área (ha)**	**Porcentaje %**
Cobertura Natural	Colina	Colinas sin vegetación	Sin uso	43.01	17.77
	Costa Rocosa	Acantilados	Sin uso	11.05	4.56
	Costa sedimentaria o acumulación	Playa de arena	Turístico	1.29	0.53
			Turístico y Pesca artesanal	12.65	5.23
Cobertura Antrópica	Área agrícola	Zona Agrícola	Agricultura	79.73	32.94
	Área Industrial	Zona Industrial	Industrial	30.23	12.49
	Área urbana	Tejido urbano continuo	Equipamiento	0.83	0.34
			Residencial y equipamiento	37.56	15.52
		Tejido urbano discontinuo	Equipamiento	0.99	0.41
			Residencial	18.34	7.58
	Infraestructura	Muelles (permeable)	Turístico y Pesca artesanal	0.46	0.19
		Terminal Portuario	Pesca artesanal	2.74	1.13
		Vía terrestre	Transporte	3.17	1.31
Total				242.05	100.00

Respecto a las estructuras marinas permeables en el Puerto de Supe, según el Derrotero de la Costa del Perú, de la Dirección de Hidrografía y Navegación (HIDRONAV, 2002) consta de lo siguiente:

Muelle ENAPU: Perteneciente a la Empresa Nacional de Puertos (ENAPU), de estructura de concreto con pilotes de fierro y concreto; tiene 323 metros de largo que está conformado por 3 tramos de ancho variable, el primero de 143 metros de largo por 6 metros de ancho, el segundo 110 metros de largo por 9.3 metros de ancho y remata en el cabezo de 70 metros de largo por 15.8 metros de ancho y una profundidad de 6 metros en el cabezo del muelle.

Muelle Desembarcadero Pesquero Artesanal de Supe: Administrado por el Fondo de Desarrollo Pesquero (FONDEPES), de estructura de concreto, de 119 metros de largo por 7.6 metros de ancho y una profundidad de 5 metros en el cabezo del muelle; tiene con capacidad de carga de 20 toneladas y cuenta con postes de metal con focos a lo largo del muelle.

Tuberías submarinas:

- ✓ A 110 metros al Norte del cabezo del muelle de ENAPU (Empresa Nacional de Puertos S.A.) existe una tubería submarina de la empresa pesquera Nepesur, de 300 metros de largo, que parte de la playa en dirección E - W, en cuyo terminal con 6 metros de profundidad se encuentra una chata absorbente.
- ✓ A 250 metros al Norte del cabezo del muelle de ENAPU existe una tubería submarina de la empresa pesquera Pacífico, de 340 metros de largo, que parte de la playa en dirección NE - SW, en cuyo terminal con 7 metros de profundidad se encuentra una chata absorbente.
- ✓ A 300 metros al Norte del cabezo del muelle de ENAPU existe una tubería submarina de la empresa pesquera Pacífico, de 410 metros de largo, que parte de la playa en dirección E - W, en cuyo terminal con 7 metros de profundidad se encuentra una chata absorbente.
- ✓ A 370 metros al Norte del cabezo del muelle de ENAPU existe una tubería submarina de la empresa pesquera San Antonio, de 510 metros de largo, que parte de la playa en dirección NE - SW, en cuyo terminal con 8 metros de profundidad se encuentra una chata absorbente.
- ✓ A 520 metros al N del cabezo del muelle de ENAPU existe una tubería submarina de la empresa pesquera COPEXSA de 550 metros de largo, que parte de la playa en dirección SE - NW, en cuyo terminal con 10 metros de profundidad se encuentra una chata absorbente.
- ✓ A 580 metros al NW del cabezo del muelle de ENAPU existe una tubería submarina de la empresa pesquera Mercantil Ime, de 580 metros de largo que parte de la playa en dirección SE - NW, en cuyo terminal con 10 metros de profundidad se encuentra una chata absorbente.
- ✓ A 640 metros al NW del cabezo del muelle de ENAPU existe una tubería submarina de la empresa conservera Garrido, de 580 metros de largo que parte de la playa en dirección NE - SW, en cuyo terminal con 11 metros de profundidad se encuentra una chata absorbente.
- ✓ A 800 metros al NW del cabezo del muelle de ENAPU existe una tubería submarina de la empresa pesquera Aurora, de 590 metros de largo que parte de la playa en dirección SE - NW, en cuyo terminal con 11 metros de profundidad se encuentra una chata absorbente.

Boyas:

- ✓ Al SW y a 950 metros del cabezo del muelle ENAPU, se encuentra instalada una boya Cardinal Este, que sirve como una boya referencial para poder maniobrar la nave en el área de la bahía de Supe.
- ✓ El puerto cuenta con boyas de amarre para recibir a los buques petroleros, aproximadamente a 600 metros del cabezo del muelle. El embarque y desembarque de personal y carga se efectúa con lanchones y remolcadores, por el lado N del muelle.

5.2.4. Área de trabajo Cabo Blanco

La cobertura más predominante en el ámbito de trabajo son las colinas disectadas con matorrales xéricos, que representa en promedio el 39%. Mientras que otras coberturas: pozos petroleros, representan solo un 0.08% del total. En la **Tabla 20** y **APÉNDICE A-6** se describe con mayor detalle.

***Tabla 20**. Coberturas y uso de la tierra – Cabo Blanco. Fuente: Elaboración propia.*

COBERTURA Y USO ACTUAL DE LA TIERRA DE LA PLAYA CABO BLANCO					
Cobertura general	**Subtipo 1**	**Subtipo 2**	**Uso actual**	**Área (ha)**	**Porcentaje %**
Cobertura Natural	Colinas	Colinas disectadas	Sin uso	10.53	10.40
		Colinas disectadas con matorrales xéricos	Sin uso	39.19	38.69
		Colinas disectadas sin vegetación	Sin uso	21.40	21.13
	Costa sedimentaria o acumulación	Playa de arena	Pesca artesanal	9.01	8.90
			Turístico y Pesca artesanal	4.15	4.10
	Planicie	Llanura sin vegetación	Sin uso	11.43	11.28
Cobertura Antrópica	Área urbana	Tejido urbano discontinuo	Residencial	2.72	2.69
			Residencial y equipamiento	0.92	0.91
	Infraestructura	Canal antrópico	Desfogue	0.25	0.25
		Muelle (permeable)	Turístico y Pesca artesanal	0.16	0.15
		Terminal Portuario	Pesca artesanal	0.44	0.43
		Vía terrestre	Transporte	0.99	0.98
	Otras coberturas	Pozos petroleros	Hidrocarburos	0.08	0.08
Total				101.21	100.00

Respecto a las estructuras marinas permeables en Cabo Blanco, según el Derrotero de la Costa del Perú, de la Dirección de Hidrografía y Navegación (HIDRONAV, 2002) consta de lo siguiente:

El Muelle Artesanal: es administrado por el Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero-FONDEPES, tiene la forma de "L" invertida, de 125 metros de largo por 4.30 metros de ancho y una profundidad de 8.70 metros en el cabezo del muelle; cuenta con una luz fija color rojo en el cabezo del muelle con alcance nominal de 3 millas, así como también iluminación en todo lo largo del muelle.

También se localiza **El muelle de la compañía privada "Ocean Plan".**

Plataformas: hacia el WSW de punta Cabo Blanco, se encuentra un área denominada Peña Negra donde hay instaladas numerosas plataformas de exploración petrolera y se unen con la costa a través de tuberías submarinas que son empleadas para el trasiego del crudo y gases. Estas plataformas se encuentran por lo general, balizadas por medio de una luz fija color blanco colocada a una altura promedio de 16 msnmm; debido a estas plataformas se debe navegar con precaución en las áreas comprendidas entre punta Cabo Blanco - Peña Negra y cercanías.

Tubería submarina: se encuentra instalada una tubería submarina de petróleo desde la plataforma PN10 del Lote Z-2B en posición 04°14'26.4" S, 81°13'57.2" W, hacia el Tanque Rincón en posición 04°14'53.0" S, 81°14'06.5" W; la orientación de la tubería submarina es 195° - 015° MV, con una longitud aproximada de 900 metros.

5.2.5. Área de trabajo Vichayito - Los Órganos

La cobertura más predominante en el ámbito territorial de Vichayito es la Llanura con bosque estacionalmente seco, que representa en promedio el 65%. Mientras que la infraestructura: muelle, representan solo un 0.01 % del total (ver **Tabla 21** y **APÉNDICE A-7**).

***Tabla 21**. Coberturas y uso de la tierra – Los Órganos – Vichayito. Fuente: Elaboración propia*

COBERTURA Y USO ACTUAL DE LA TIERRA DE LA PLAYA VICHAYITO					
Cobertura general	**Subtipo 1**	**Subtipo 2**	**Uso actual**	**Área (ha)**	**Porcentaje %**
Cobertura Natural	Costa sedimentaria o acumulación	Playa de arena	Turístico	27.48	2.54
			Turístico y pesca artesanal	7.16	0.66
	Planicie	Canal natural	Sin uso	1.56	0.14
		Llanura con bosque	Bosque Natural	712.64	65.82

COBERTURA Y USO ACTUAL DE LA TIERRA DE LA PLAYA VICHAYITO					
		estacionalmente seco			
		Llanura con matorral xérico	Pesca artesanal	6.03	0.56
		Quebrada seca	Sin uso	18.35	1.69
Cobertura Antrópica	Área Comercial	Zona hotelera	Turístico	67.16	6.20
	Área urbana	Tejido urbano continuo	Equipamiento	2.11	0.19
			Residencial y equipamiento	99.49	9.19
		Tejido urbano discontinuo	Residencial	128.92	11.91
			Residencial y equipamiento	1.63	0.15
	Infraestructura	Canal antrópico	Desfogue	2.28	0.21
		Muelle (permeable)	Turístico y pesca artesanal	0.11	0.01
		Terminal Portuario	Pesca artesanal	0.73	0.07
		Vía terrestre	Transporte	7.09	0.65
Total				1082.74	100.00

Respecto a las estructuras marinas permeables en las playas de Los Órganos - Vichayito, según el Derrotero de la Costa del Perú, de la Dirección de Hidrografía y Navegación (HIDRONAV, 2002) consta de lo siguiente:

El Muelle Artesanal: de concreto y madera, ubicado en la caleta de Los Órganos construido por el Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero FONDEPES, el cual se encuentra paralelo y distante 122 metros del muelle destruido; tiene la forma de "L" invertida de 205 metros de largo por 8 metros de ancho y una profundidad de 10 metros en el cabezo del muelle. En el cabezo del muelle se ha instalado una luz intermitente color rojo y alcance nominal 4 millas; tiene 12 postes de alumbrado a lo largo del muelle.

En la caleta existe un pequeño muelle de fierro que se encuentra en ruinas por su antigüedad, por lo que el navegante debe tomar las debidas precauciones.

Plataformas: en la caleta de Los Órganos se encuentra instalada 1 plataforma de exploración petrolera, la cual está balizada por una luz fija color blanco, y colocada aproximadamente a 16 msnmm, razón por la cual se debe navegar con precaución por esta zona.

5.2.6. Área de trabajo Máncora

Se tiene que la cobertura más predominante en el ámbito de trabajo es el área urbana, específicamente el tejido urbano continuo, que representa en promedio el 27%. Mientras que la infraestructura: muelle, representa solo un 0.02 % del total. A continuación, se describe con mayor detalle cada cobertura y uso de la tierra **(Tabla 22** y **APÉNDICE A-8**).

***Tabla 22**. Coberturas y uso de la tierra – Máncora.*

COBERTURA Y USO ACTUAL DE LA TIERRA DE LA PLAYA MÁNCORA					
Cobertura general	**Subtipo 1**	**Subtipo 2**	**Uso actual**	**Área (ha)**	**Porcentaje %**
Cobertura Natural	Costa sedimentaria o acumulación	Humedal costero	Sin uso	33.34	7.53
		Playa de arena	Turístico	12.84	2.90
			Turístico y pesca artesanal	3.90	0.88
	Planicie	Bosque estacionalmente seco ribereño	Bosque Natural	72.59	16.39
		Canal natural	Sin uso	0.96	0.22
		Llanura con bosque estacionalmente seco	Bosque Natural	33.47	7.55
		Llanura con matorral xérico	Turístico	9.98	2.25
		Quebrada seca	Sin uso	20.08	4.53
Cobertura Antrópica	Área comercial	Zona hotelera	Turístico	31.22	7.05
	Área urbana	Tejido urbano continuo	Equipamiento	0.36	0.08
			Residencial y equipamiento	120.43	27.19
		Tejido urbano discontinuo	Residencial	86.89	19.61
			Residencial y equipamiento	11.65	2.63
	Infraestructura	Muelle (permeable)	Turístico y Pesca artesanal	0.08	0.02
		Terminal Portuario	Pesca artesanal	0.55	0.13
		Vía terrestre	Transporte	4.65	1.05
Total				442.99	100.00

Respecto a las estructuras marinas permeables en las playas de Los Órganos - Vichayito, según el Derrotero de la Costa del Perú, de la Dirección de Hidrografía y Navegación (HIDRONAV, 2002) consta de lo siguiente:

El Muelle Artesanal: de concreto y metal, construido por el Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero - FONDEPES, tiene la forma de una "L" invertida de 115 metros de largo por 4.50 metros de ancho y una profundidad de 8 metros en el cabezo del muelle. Cuenta con una luz intermitente color rojo en el cabezo del muelle.

Aproximadamente a 780 metros hacia el NE de punta Máncora, se encuentra hundido el casco del buque pesquero "Bluefin" (1951) que tiene menos de 7 metros de agua encima.

5.3. Perfiles de playa

Durante la medición de los perfiles, la línea de visión al horizonte no es completamente horizontal debido a la curvatura de la tierra; la corrección por curvatura es significante para perfiles de varios cientos de metros (Emery, 1961). No obstante, en el presente estudio los perfiles solamente alcanzaron longitudes entre el rango de 32.15 m a 109.10 m, con un promedio de 67.40 m (±

24.29) para el caso de las playas de las provincias de Lima; y entre el rango de 22.42 m a 103.44 m, con un promedio de 53.59 m (±21.30) para el caso de las playas evaluadas en Piura. Por esta razón, no se consideró aplicar las respectivas correcciones a las mediciones de los perfiles de playa.

5.3.1. Variación de los perfiles en las playas asociadas con el Área Piloto Punta Salinas – Végueta

Dentro de esta zona se encuentran las playas de interés Chancay, Huacho y Supe Puerto en donde se midieron quince (15) perfiles definidos en la primera salida a campo, periodo 1 (primavera), y se volvieron a medir en la segunda salida a campo, periodo 2 (verano). De la misma manera en la campaña del periodo 1 y periodo 2, en cada playa correspondió la medición de cinco (5) perfiles.

5.3.1.1. Perfiles de playa en Chancay

Los monumentos permanentes establecidos en las mediciones de los perfiles en la playa de Chancay se describen en el **APÉNDICE A-13** y se ilustran en el **APÉNDICE A: F-1**. Los cinco (5) perfiles en la playa Chancay se midieron iniciando desde el extremo sur a la altura del desembarcadero pesquero artesanal (DPA), hacia el norte (**Figura 24**). Los perfiles medidos en Chancay tienen una dirección con rumbo NW (ver **APÉNDICE A-9** y **APÉNDICE A-11**).

<u>Perfiles de playa en Chancay, primer periodo, primavera</u>

En el primer periodo, primavera, el perfil A (PCHA) alcanza una extensión de 60.7 m medido desde el límite de la playa posterior, con el contacto con la arena húmeda (línea de alta marea, LAM) a los 46.99 m y con el contacto con el agua (línea de baja marea, LBM) a los 60.7 m. El perfil B (PCHB) alcanza una extensión de 78.05 m medido desde el límite de la playa posterior, con el contacto con la arena húmeda (línea de alta marea, LAM) a los 74.95 m y con el contacto con el agua (línea de baja marea, LBM) a los 78.05 m. El perfil C (PCHC) alcanza una extensión de 53.94 m medido desde el límite de la playa posterior, con el contacto con la arena húmeda (línea de alta marea, LAM) a los 32.95 m y con el contacto con el agua (línea de baja marea, LBM) a los 53.94 m. El perfil CD (PCHCD) alcanza una extensión de 29.91 m medido desde el límite de la playa posterior, con el contacto con la arena húmeda (línea de alta marea, LAM) a los 18.46 m y con el contacto con el agua (línea de baja marea, LBM) a los 29.91 m. El perfil D (PCHD) alcanza una extensión de 34.44 m medido desde el límite de la playa posterior, con el contacto con la arena húmeda (línea de alta marea, LAM) a los 17.47 m y con el contacto con el agua (línea de baja marea, LBM) a los 34.44 m (**Figura 24**, **APÉNDICE A-9**). El límite de la playa posterior subaérea hacia continente coincide con el pie de infraestructura antrópica del tipo

muro de protección conformando el malecón a lo largo de la ubicación de los cinco (5) perfiles en esta playa (**APÉNDICE B-1**).

Perfiles de playa en Chancay, segundo periodo, verano

En el segundo periodo, verano, el perfil A (PCHA) alcanza una extensión de 70.47 m medido desde el límite de la playa posterior con rumbo N 38.23° W (**Figura 24**). Sin embargo como este perfil se midió dos intervalos más por debajo de la línea de baja marea (LBM), el contacto con la arena húmeda (línea de alta marea, LAM) se da a los 52.50 m y con el contacto con el agua (LBM) a los 67.48 m. El perfil B (PCHB) alcanza una extensión de 103.56 m medido desde el límite de la playa posterior con rumbo N 32.87° W, con el contacto con la arena húmeda (LAM) a los 86.97 m y con el contacto con el agua (LBM) a los 103.56 m. El perfil C (PCHC) alcanza una extensión de 97.44 m medido desde el límite de la playa posterior con rumbo N 50.56° W. No obstante, como este perfil se midió un intervalo más por debajo de la LBM, el contacto con la arena húmeda (LAM) se da a los 64.47 m, mientras que el contacto con el agua (LBM) se da a los 95.95 m. El perfil CD (PCHCD) alcanza una extensión de 91.41 m medido desde el límite de la playa posterior con rumbo N 71.83° W, con el contacto con la arena húmeda (LAM) a los 49.47 m y con el contacto con el agua (LBM) a los 91.41 m. El perfil D (PCHD) alcanza una extensión de 32.15 m medido desde el límite de la playa posterior con rumbo N 74.32° W, con el contacto con la arena húmeda (LAM) a los 0.0 m y con el contacto con el agua (LBM) a los 32.15 m (**Figura 24**, **APÉNDICE A-11**). El límite de la playa posterior subaérea hacia continente coincide con el pie de infraestructura antrópica del tipo muro de protección conformando el malecón a lo largo de la ubicación de los cinco (5) perfiles en esta playa (**APÉNDICE B-1**).

Comparación entre los perfiles de playa de primavera y verano en Chancay

Tomando en cuenta la comparación entre los perfiles de primavera y verano, se evidencian cambios notables en las distancias horizontales y verticales a lo largo de toda la zona de estudio. En el perfil A se produce acreción principalmente en la playa anterior o zona intermareal, mientras que en el resto de los perfiles se produce acreción o ganancia de arenas tanto en la playa anterior y playa posterior o zona supramareal. El cambio de la línea de baja marea de primavera a verano presenta un desplazamiento hacia el mar con un rango de distancia horizontal de 10 m a 60 m aproximadamente, manifestándose principalmente en los perfiles B, C y CD (**Figura 24**). Cabe mencionar que en el perfil D no se aprecia desplazamiento del perfil hacia el mar, debido a que en esta ubicación la playa anterior se encontraba inundado producto del aumento en el caudal del vertimiento de las aguas servidas provenientes de la localidad. Las observaciones encontradas indican que de primavera a verano ocurre una ganancia hacia el mar en el ancho de la playa.

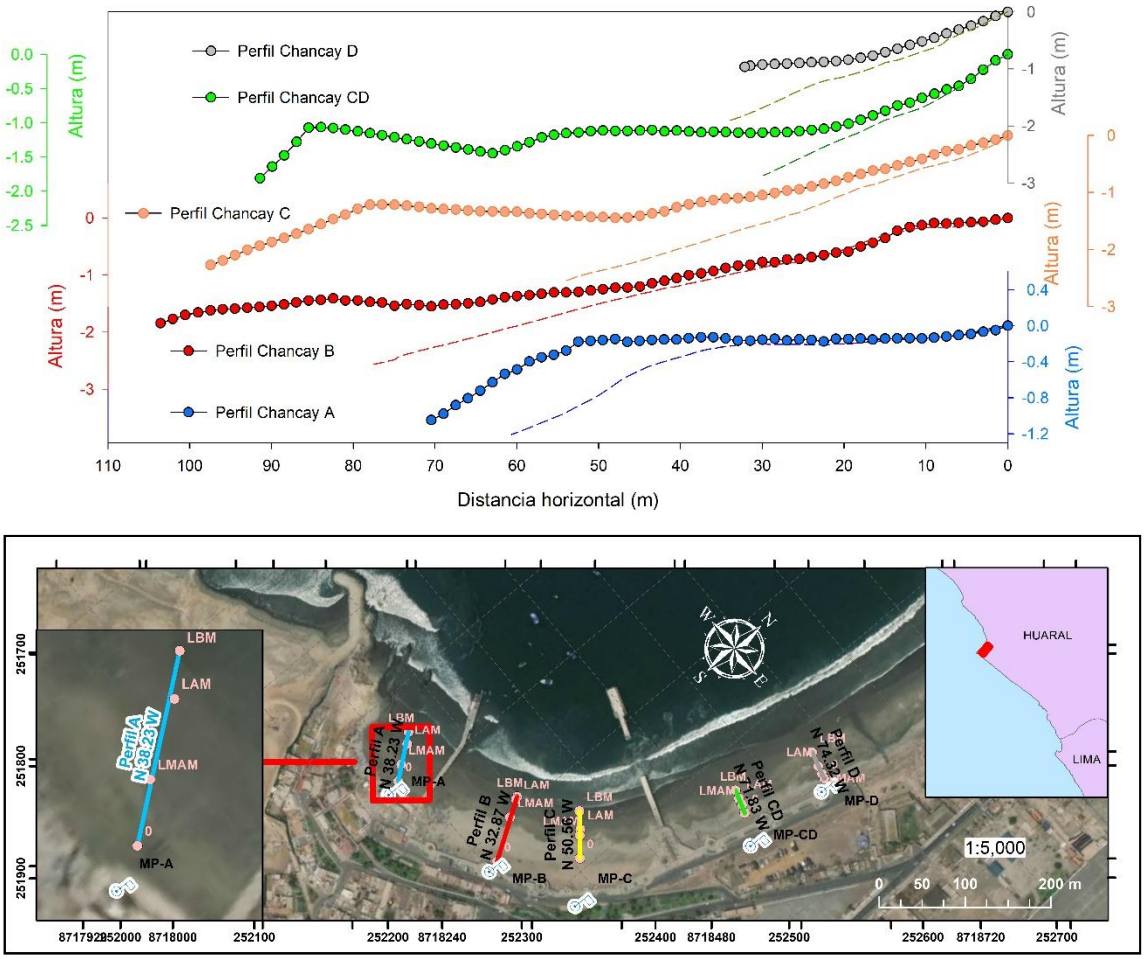


Figura 24. *Perfiles de playa en Chancay. Panel superior: variación de las longitudes horizontal y vertical a lo largo de cada perfil de playa medidos en primer periodo, primavera del 23 al 24 de Octubre de 2020 (líneas en guiones), y en segundo periodo, verano del 24 al 25 de diciembre del 2020 (líneas contínuas); panel inferior: mapa de localización de los perfiles de playa.*

5.3.1.2. Perfiles de playa en Huacho

Los monumentos permanentes establecidos en las mediciones de los perfiles en la playa de Huacho se describen en el APÉNDICE A-13 y se ilustran en el APÉNDICE A: F-2. Los cinco (5) perfiles en la playa Huacho se midieron iniciando desde el sur hacia el norte. El primer perfil medido en esta localidad, perfil A (PHUA) se ubicó a 586 m aprox. hacia el norte del desembarcadero pesquero artesanal (DPA), y 500 m hacia el norte del muelle de la Empresa Nacional de Puertos (ENAPU SA) (**Figura 25**). Los perfiles medidos en Huacho tienen la mayoría una dirección con rumbo SW a excepción del perfil A (PHUA) ubicado al extremo sur que presenta un rumbo NW (ver **APÉNDICE A-9** y **APÉNDICE A-11**).

Perfiles de playa en Huacho, primer periodo, primavera

En el primer periodo, primavera, el perfil A (PCHA) alcanza una extensión de 23. 66 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior, con rumbo N 86.63 W, con el contacto con la arena húmeda (línea de alta marea, LAM) a los 0 m de iniciar la medición, y con el contacto con el agua (línea de baja marea, LBM) a los 23.66 m. El perfil B (PHUB) alcanza una extensión de 35.55 m medido desde el límite de la playa posterior con rumbo S 75.2 W, con el contacto con la arena húmeda (línea de alta marea, LAM) a los 10.47 m y con el contacto con el agua (línea de baja marea, LBM) a los 35.55 m. El perfil C (PHUC) alcanza una extensión de 35.38 m medido desde el límite de la playa posterior, con rumbo S 61.47 W con el contacto con la arena húmeda (línea de alta marea, LAM) a los 11.42 m y con el contacto con el agua (línea de baja marea, LBM) a los 35.38 m. El perfil D (PHUD) alcanza una extensión de 38.68 m medido desde el límite de la playa posterior, con rumbo S 48.95 W, con el contacto con la arena húmeda (línea de alta marea, LAM) a los 20.22 m y con el contacto con el agua (línea de baja marea, LBM) a los 38.68 m. El perfil D (PHUE) alcanza una extensión de 47.19 m medido desde el límite de la playa posterior, con rumbo S 44.13 W, con el contacto con la arena húmeda (línea de alta marea, LAM) a los 27.71 m, y con el contacto con el agua (línea de baja marea, LBM) a los 47.19 m (**Figura 25**, **APÉNDICE A-9**). El límite hacia continente de la playa posterior subaérea coincide con cantos rodados y vegetación adyacente al manantial *Chorrillos* en las estaciones PHUA y PHUB, mientras que este límite en el perfil PHUC es una llanura litoral escarpada, y en los perfiles PHUD y PHUE dicho límite es el pie de dunas costeras adyacentes a los humedales (**APÉNDICE B-2**).

Perfiles de playa en Huacho, segundo periodo, verano

En el segundo periodo, verano, el perfil A (PHUA) alcanza una extensión de 38.97 m medido desde el límite de la playa posterior, con rumbo N 86.63° W. Debido a que este perfil se midió hasta un intervalos más por debajo de la LBM; el contacto con la arena húmeda (LAM) se da a los 0 m desde el inicio de la medición, y con el contacto con el agua (LBM) a los 0.0 m. El perfil B (PHUB) alcanza una extensión de 53.95 m medido desde el límite de la playa posterior con rumbo S 75.2° W, con el contacto con la arena húmeda (LAM) a los 0.0 m y con el contacto con el agua (LBM) a los 53.95 m. El perfil C (PHUC) alcanza una extensión de 49.40 m medido desde el límite de la playa posterior, con rumbo S 61.47° W. En este caso el perfil se midió hasta cinco (5) intervalos más por debajo de la LBM. El contacto con la arena húmeda (LAM) se da a los 13.44 m y el contacto con el agua (LBM) se da a los 41.92 m. El perfil D (PHUD) alcanza una extensión de 57.72 m medido desde el límite de la playa posterior, con rumbo S 48.95 W; este perfil se midió hasta dos intervalos más por debajo de la LBM. El contacto con la arena húmeda (LAM) se da a los 21.75 m, y el contacto con el agua (LBM) se da a los 54.72 m. El perfil E (PHUE) alcanza una extensión total de 57.03 m medido desde el límite de la playa posterior, con rumbo S 44.13 W; este perfil se midió hasta cuatro intervalos más por debajo de la LBM. El

contacto con la arena húmeda (LAM) se da a los 25.57 m, y el contacto con el agua (LBM) se da a los 51.03 m (**Figura 25**, **APÉNDICE A-11**). El límite hacia continente de la playa posterior subaérea coincide con cantos rodados y vegetación adyacente al manantial Chorrillos en las estaciones PHUA y PHUB, mientras que este límite en el perfil PHUC es una llanura litoral escarpada, y en los perfiles PHUD y PHUE dicho límite es el pie de dunas costeras adyacentes a los humedales (**APÉNDICE B-2**).

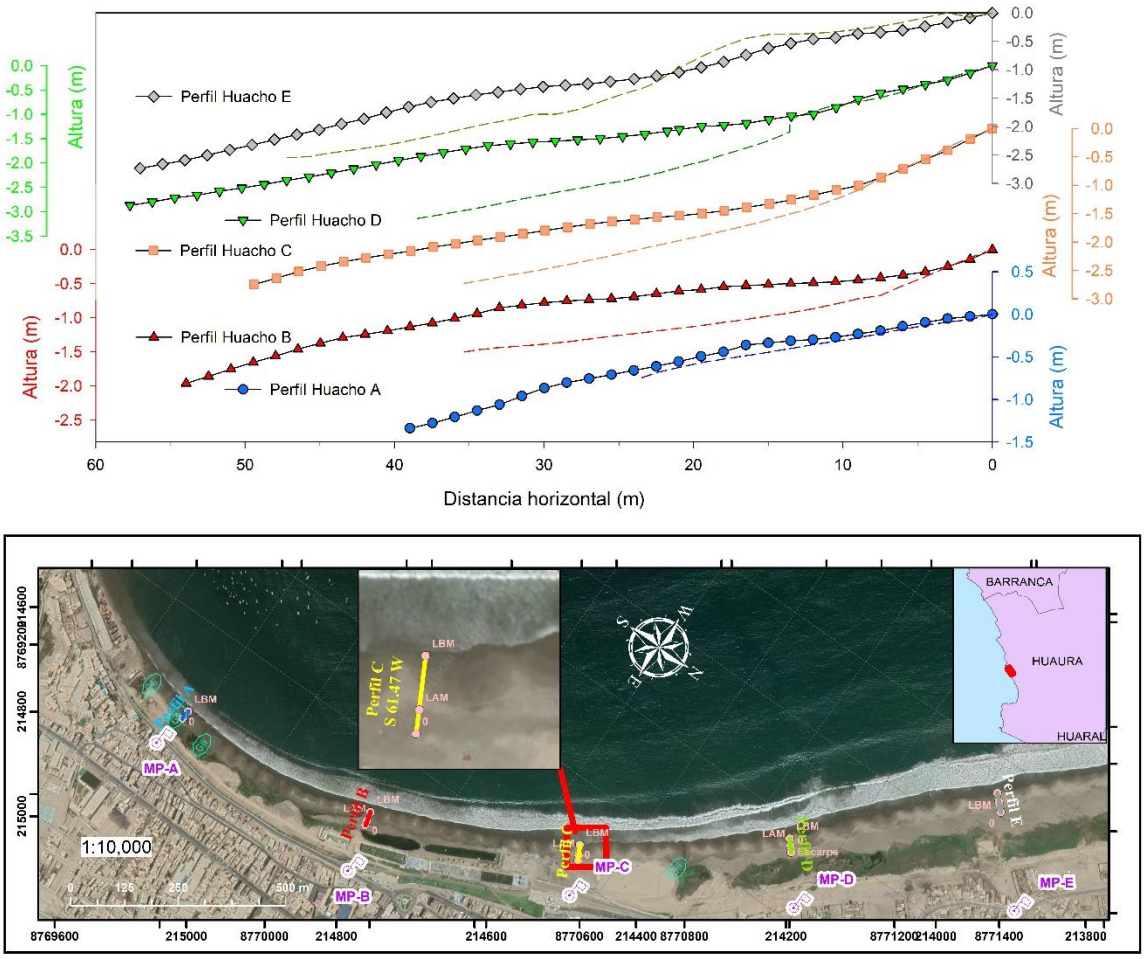


Figura 25. *Perfiles de playa en Huacho. Panel superior: variación de las longitudes horizontal y vertical a lo largo de cada perfil de playa para el primer periodo, primavera (líneas en guiones) y para el segundo periodo, verano (líneas continuas); panel inferior: mapa de localización de los perfiles de playa.*

<u>Comparación entre los perfiles de playa de primavera y verano en Huacho</u>

La comparación entre los perfiles de primavera y verano evidencian cambios notables en las distancias horizontales y verticales a lo largo de toda la zona de estudio. En el perfil A, el cambio de las alturas es menos notorio en la zona supramareal o playa posterior, sin embargo la distancia horizontal aumenta hacia el mar. El resto de los perfiles experimenta acreción o ganancia de arenas tanto en la playa anterior y playa posterior o zona supramareal de primavera a verano. Los

cambios de la línea de baja marea de primavera a verano presentan un desplazamiento hacia el mar con un rango de distancia horizontal de 10 m a 20 m aproximadamente. El aumento en la distancia horizontal con el desplazamiento de la línea de baja marea hacia el mar, es máximo en el perfil D, y en menor medida en los perfiles B, C A y E en sentido decreciente (**Figura 25**). Cabe señalar que el perfil D de primavera presentó una berma en la zona supramareal, la cual no estuvo presente en varano. Las observaciones encontradas indican que de primavera a verano ocurre principalmente una ganancia hacia el mar en el ancho de la playa, pero con una disminución aparente en sus pendientes.

5.3.1.3. Perfiles de playa en Supe Puerto

Los monumentos permanentes establecidos en las mediciones de los perfiles en la playa de Supe Puerto se describen en el APÉNDICE A-13 y se ilustran en el APÉNDICE A: F-3. Los cinco (5) perfiles elaborados en Supe Puerto se midieron tres (3) de ellos en la playa al NW del centro poblado de Supe Puerto, en la vecindad frente al Desembarcadero Pesquero Artesanal y al Terminal Portuario de Supe, ENAPU SA, y dos (2) perfiles se midieron al SW del centro poblado Supe Puerto, en la playa La Isla – El Faraón (**Figura 26**). Los perfiles en la playa del puerto se distribuyeron de sur a norte, iniciando el perfil A (PSPA) a 70 m hacia el norte del promontorio sur, en la parte intermedia de la longitud del tramo de playa entre el promontorio sur y el muelle del DPA. El siguiente perfil B (PSPB) se ubicó en la parte intermedia de la longitud del tramo de playa entre el muelle del DPA y el muelle de ENAPU SA. Luego el perfil C (PSPC) se ubicó a 400 m hacia el norte del muelle de ENAPU SA (**Figura 26**, ver APÉNDICE B-3). En la playa la Isla – El Faraón, el perfil A (PLIA) se ubica en la parte intermedia del tramo sur de playa que presenta 300 m de longitud, localizada entre el promontorio sur y la Isla - El Faraón. El perfil B (PLIB) se ubica en el sitio intermedio del tramo norte de la playa, que presenta una longitud de 680, localizado entre la Isla el Faraón y el promontorio norte (**Figura 26**, ver **APÉNDICE B-3**). Los perfiles medidos en la playa del puerto y en la playa La Isla – El Faraón tienen una dirección con rumbo SW y NW (**APÉNDICE A-9** y **APÉNDICE A-11**).

En la playa del Puerto de Supe, el límite de la playa posterior subaérea hacia continente coincide con el pie de infraestructura antrópica del tipo muro de protección para los casos de los perfiles PSPB y PSPC; mientras que en el perfil PSPA el límite hacia continente de la playa subaérea es una estrecha llanura litoral. En los perfiles de la playa La Isla - El Faraón los límites hacia continente están dados por una llanura litoral estrecha al pie de acantilados (**APÉNDICE B-3**).

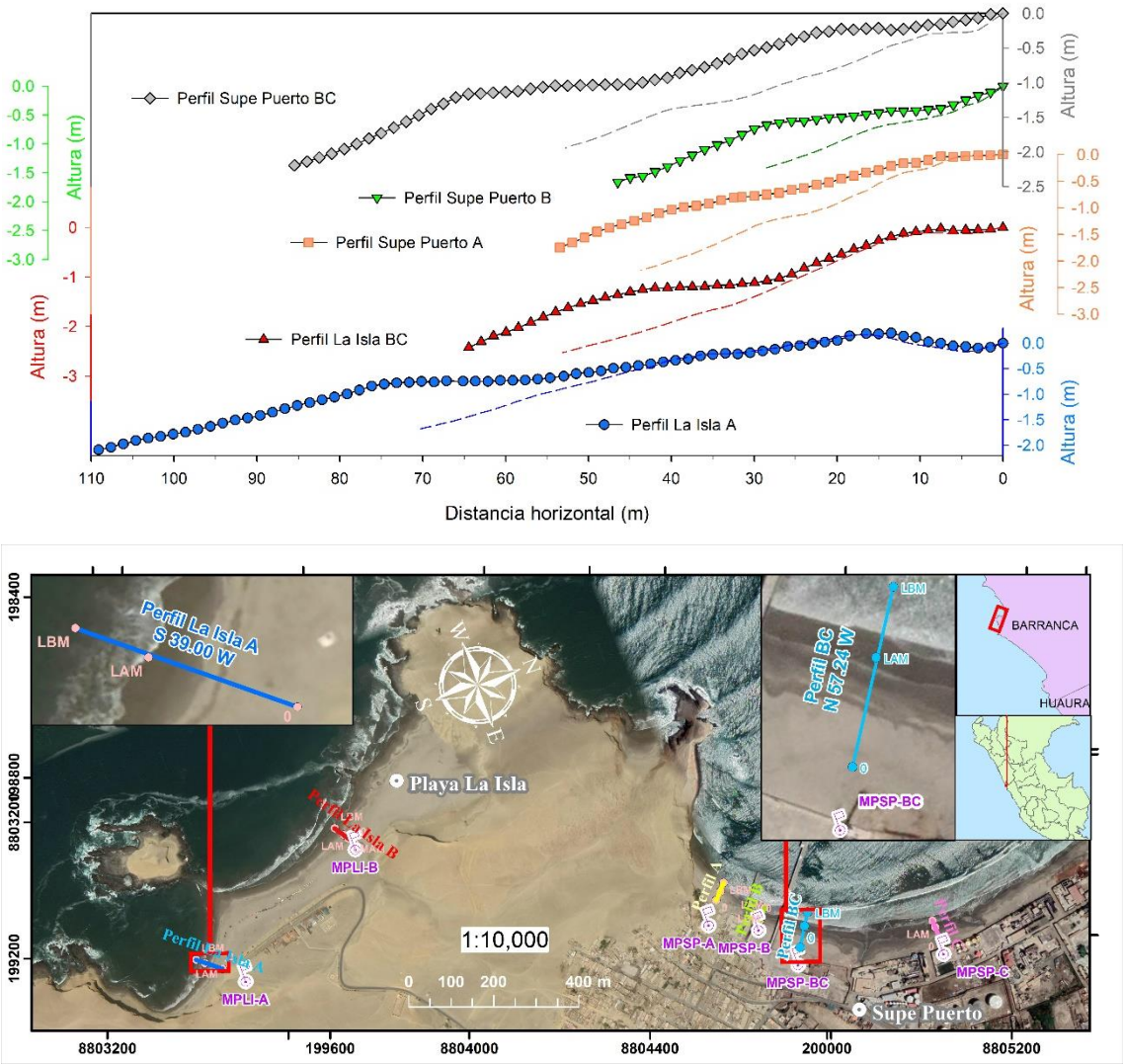


Figura 26. *Perfiles de playa en Supe Puerto y La Isla del El Faraón. Panel superior: variación de las longitudes horizontal y vertical a lo largo de cada perfil de playa para el primer periodo, primavera (líneas en guion) y para el segundo periodo, verano (líneas continuas); panel inferior: mapa de localización de los perfiles de playa. En la campaña de verano se midió un perfil adicional (PSPBC) en vez del perfil PSPC.*

<u>Perfiles de playa en Supe Puerto, primer periodo, primavera</u>

En el primer periodo primavera, el perfil A (PSPA) en la playa del puerto alcanza un ancho de playa sub aérea de 43.66 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior, con rumbo N 46.28 W, con el contacto con la arena húmeda (línea de alta marea, LAM) a los 22.47 m, y con el contacto con el agua (línea de baja marea, LBM) a los 43.66 m. El perfil B (PSPB) alcanza un ancho de playa sub aérea de 28.96 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior con rumbo N 50.39 W, con el contacto con la arena húmeda (línea de alta marea, LAM) a los 9.48 m y con el contacto con el agua (línea de baja marea, LBM) a los 28.96 m. El perfil C (PSPC) alcanza un ancho de playa de 52.76 m medido desde el límite hacia continente

de la playa posterior, con rumbo S 87.82 W con el contacto con la arena húmeda (línea de alta marea, LAM) a los 29.37 m y con el contacto con el agua (línea de baja marea, LBM) a los 52.76 m. (**Figura 26**, ver **APÉNDICE A-9**).

Del mismo modo en el primer periodo, en la playa La Isla – El Faraón, el perfil A (PLIA) alcanza un ancho de playa de 70.80 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior sub aérea, con rumbo S 39.0 W, con el contacto con la arena húmeda (línea de alta marea, LAM) a los 43.83 m y con el contacto con el agua (línea de baja marea, LBM) a los 70.80 m. El perfil B (PLIB) alcanza un ancho de playa de 53.10 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior sub aérea, con rumbo S 55.92 W, con el contacto con la arena húmeda (línea de alta marea, LAM) a los 27.6 m, y con el contacto con el agua (línea de baja marea, LBM) a los 53.10 m (**Figura 26**, **APÉNDICE A-9**).

Perfiles de playa en Supe Puerto, segundo periodo, verano

En el segundo periodo, verano, el perfil A (PSPA) en la playa del puerto alcanza un ancho total de playa sub aérea de 53.46 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior, con rumbo N 46.28° W; este perfil se midió hasta tres (3) intervalos más por debajo de la LBM. El contacto con la arena húmeda (LAM) se da a los 32.49 m, y el contacto con el agua (LBM) se da a los 48.97 m. El perfil B (PSPB) alcanza un ancho total de playa sub aérea de 46.46 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior con rumbo N 50.39° W, con el contacto con la arena húmeda (LAM) a los 20.99 m y con el contacto con el agua (LBM) a los 46.46 m. El perfil C (PSPC) alcanza un ancho de playa de 85.46 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior, con rumbo N 57.24° W con el contacto con la arena húmeda (LAM) a los 52.48 m y con el contacto con el agua (LBM) a los 85.46 m. (**Figura 26**, ver **APÉNDICE A-11**).

También para el segundo periodo, verano, en la playa La Isla - El Faraón, el perfil A (PLIA) alcanza un ancho total de playa de 109.10 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior sub aérea, con rumbo S 39.0° W; este perfil se midió hasta cuatro (4) intervalos más hacia el mar por debajo de la LBM. El contacto con la arena húmeda (LAM) se da a los 54.63 m, y el contacto con el agua (LBM) se da a los 103.11 m. El perfil B (PLIB) alcanza un ancho total de playa de 64.43 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior sub aérea, con rumbo S 55.92 W; este perfil se midió hasta dos (2) intervalos más hacia el mar por debajo de la LBM. El contacto con la arena húmeda (LAM) se da a los 29.97 m, y el contacto con el agua (LBM) se da los 61.44 m (**Figura 26**, **APÉNDICE A-11**).

Comparación entre los perfiles de playa de primavera y verano en Supe Puerto

La comparación entre los perfiles de primavera y verano, evidencian cambios notables en las distancias horizontales y las alturas a lo largo de toda la zona de estudio en la playa de Supe Puerto y playa La isla – El faraón. De primavera a verano, en la playa de Supe Puerto el perfile A y el perfil B experimentan cambios principalmente en su distancia horizontal con el desplazamiento de la línea de baja marea hacia el mar, cerca de 10 m y 20 m respectivamente; del mismo modo ocurre en el perfil BC en la playa La Isla – El Faraón, con un desplazamiento de la línea de baja marea de alrededor 10 m. En cambio el perfil La Isla A experimenta cambios notorios tanto en la distancia horizontal como su altura, con el desplazamiento de la línea de baja marea hacia el mar de aproximadamente 40 m (**Figura 26**). Puesto que en la playa Supe Puerto, el perfil C fue imposible medirse, entonces la comparación puede realizarse con las mediciones del perfil BC realizadas en verano. De esa comparación se observa que el perfil BC aumenta tanto en distancia horizontal como en altura a lo largo del perfil completo. El perfil BC experimenta un desplazamiento de la línea de baja marea hacia el mar, cerca de 30 m. Las observaciones indican que de primavera a verano ocurre una ganancia hacia el mar en el ancho de playa. En cuanto a los cambios verticales, en todos los perfiles de playa la principal ganancia en altura ocurre en la zona intermareal o playa anterior.

Las mediciones de verano se realizaron a finales de diciembre evidenciándose claramente el cambio morfológico en la playa anterior, a pesar de ello, en dicho momento no se registró la formación de rasgos de sedimentación tipo tómbolo entre el borde anterior de la playa y la Isla del Faraón. Sin embargo, la formación de un tómbolo en esa localidad si se logra detectar en las imágenes satelitales históricas. Lo cual se consideró en la morfología de la línea de costa (**Figura 19**).

5.3.2. Variación de los perfiles en las playas asociadas con el Área Piloto Cabo Blanco – Máncora

5.3.2.1. Perfiles de playa en Cabo Blanco

Los monumentos permanentes establecidos en las mediciones de los perfiles en la playa de Cabo Blanco se describen en el **APÉNDICE A-14** y se ilustran en el **APÉNDICE A: F-4**. Los cinco (5) perfiles elaborados en la playa Cabo Blanco se midieron a intervalos de 300 metros cada uno respecto de otro. Se inició la medición desde el tramo sur de la playa, ubicándose el primer perfil A (PCBA) a 300 m hacia el norte del promontorio sur, y así sucesivamente hacia el norte los perfiles restantes. De los cinco (5) perfiles de playa medidos, dos de ellos se ubicaron en el tramo de playa al sur el sur del DPA, y los otros tres perfiles se ubicaron en el tramo de playa al norte del DPA (**Figura 27**, ver **APÉNDICE B-4**). Los perfiles medidos en la playa de Cabo Blanco

tienen una dirección con rumbo NW a excepción del perfil B (PCBB) que tiene rumbo NE (**Figura 27**, ver **APÉNDICE A-10** y **APÉNDICE A-12**).

En la playa de Cabo Blanco, el límite de la playa posterior subaérea hacia continente coincide con el pie de infraestructura antrópica del tipo muro de protección para los casos de los perfiles PCBA, PCBB y PCBC; mientras que en el perfil PCBD el límite hacia continente de la playa subaérea son cantos rodados aglomerados al pie de un acantilado, y en el perfil PCBE una duna costera angosta y de pequeña altura (menor a 1 m) con presencia vegetación dispersa (**APÉNDICE B-4**).

Perfiles de playa en Cabo Blanco, primer periodo, primavera

En la campaña de primavera, el perfil A (PCBA) en la playa de Cabo Blanco alcanza un ancho de playa sub aérea de 89.94 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior, con rumbo N 20.13 W, con el contacto con la arena húmeda (línea de alta marea, LAM) a los 68.11 m, y con el contacto con el agua (línea de baja marea, LBM) a los 89.94 m. El perfil B (PCBB) alcanza un ancho de playa sub aérea de 60.25 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior con rumbo N 17.29 E, con el contacto con la arena húmeda (línea de alta marea, LAM) a los 43.77 m y con el contacto con el agua (línea de baja marea, LBM) a los 60.25 m. El perfil C (PCBC) alcanza un ancho de playa de 68.91 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior, con rumbo N 34.34 W con el contacto con la arena húmeda (línea de alta marea, LAM) a los 39.52 m y con el contacto con el agua (línea de baja marea, LBM) a los 68.91 m. El perfil D (PCBD) alcanza un ancho de playa de 30.76 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior sub aérea, con rumbo N 13.34 W, con el contacto con la arena húmeda (línea de alta marea, LAM) a los 19.80 m y con el contacto con el agua (línea de baja marea, LBM) a los 30.76 m. El perfil E (PCBE) alcanza un ancho de playa de 22.05 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior sub aérea, con rumbo N 36.68 W, con el contacto con la arena húmeda (línea de alta marea, LAM) a los 7.48 m, y con el contacto con el agua (línea de baja marea, LBM) a los 22.05 m (**Figura 27**, **APÉNDICE A-10**).

Perfiles de playa en Cabo Blanco, segundo periodo, verano

En esta campaña de verano, el perfil A (PCBA) en la playa de Cabo Blanco alcanza un ancho total de playa sub aérea de 53.78 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior, con rumbo N 20.13° W. Este perfil PCBA se midió hasta dos (2) intervalos más hacia el mar, por debajo la LBM. El contacto con la arena húmeda (LAM) se da a los 14.89 m, y el contacto con el agua (LBM) se da a los 50.79 m. El perfil B (PCBB) alcanza un ancho total de playa sub aérea de 47.81 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior con rumbo N 17.29° E; este perfil se midió hasta un (1) intervalos más hacia mar por debajo de la LBM. El contacto con la arena húmeda (LAM) se da a los 32.88 m, y el contacto con el agua (LBM) se da a los 46.32 m.

El perfil C (PCBC) alcanza un ancho total de playa de 91.38 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior, con rumbo N 34.34° W, con el contacto con la arena húmeda (LAM) a los 37.48 m y con el contacto con el agua (LBM) a los 91.39 m. El perfil D (PCBD) alcanza un ancho total de playa de 41.92 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior sub aérea, con rumbo N 13.34° W, con el contacto con la arena húmeda (LAM) a los 13.45 m y con el contacto con el agua (LBM) a los 41.92 m. El perfil E (PCBE) alcanza un ancho total de playa de 37.41 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior sub aérea, con rumbo N 36.68° W, con el contacto con la arena húmeda (LAM) a los 5.94 m, y con el contacto con el agua (LBM) a los 37.41 m (**Figura 27**, **APÉNDICE A-12**).

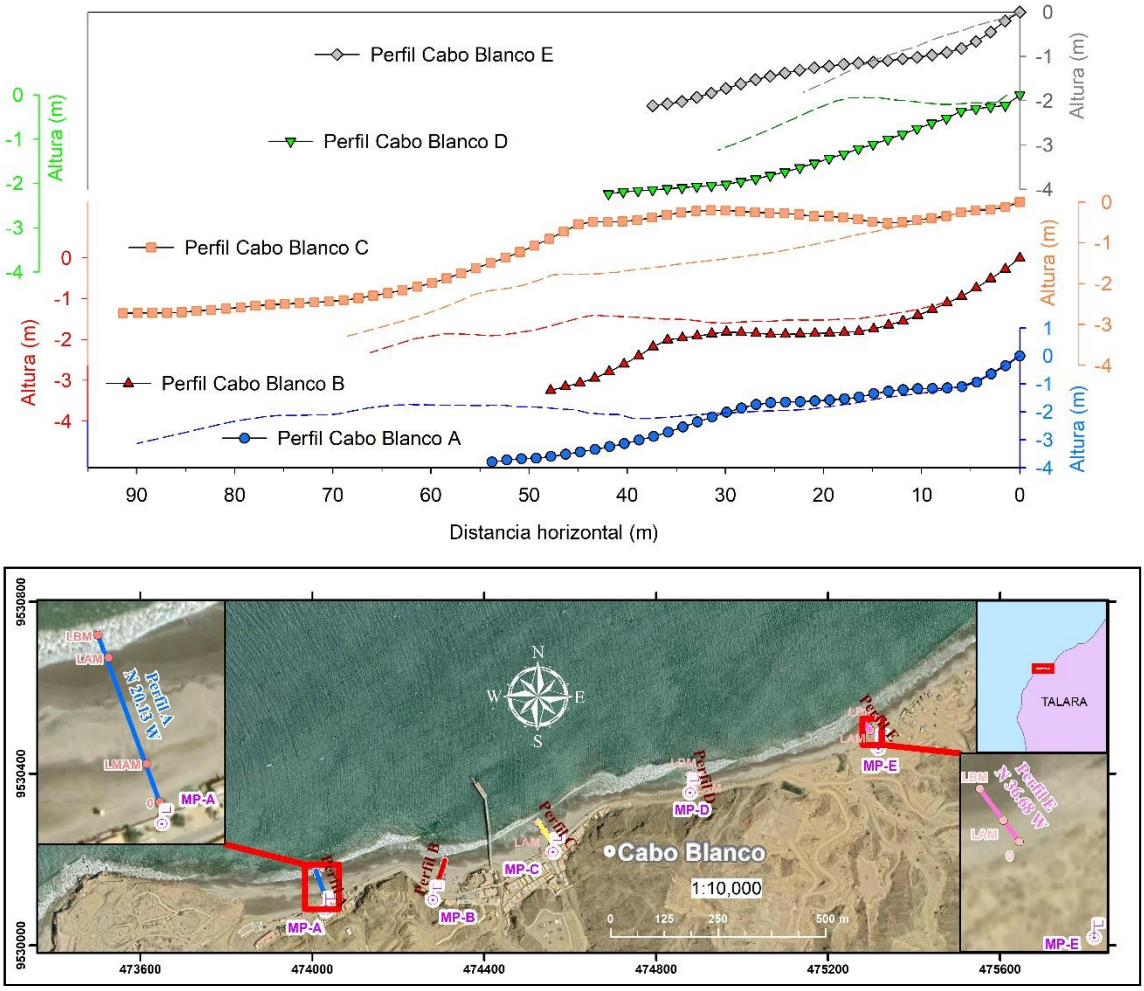


***Figura 27**. Perfiles de playa en Cabo Blanco. Panel superior: variación de las longitudes horizontal y vertical a lo largo de cada perfil de playa para el primer periodo, primavera (líneas en guiones) y para el segundo periodo, verano (líneas continuas con sus respectivos símbolos); panel inferior: mapa de localización de los perfiles de playa.*

<u>Comparación entre los perfiles de playa de primavera y verano en Cabo Blanco</u>

La comparación entre los perfiles de primavera y verano, evidencian cambios notables en las distancias horizontales y las alturas a lo largo de toda la zona de estudio en la playa de Cabo Blanco. De primavera a verano en el perfil A y perfil B las distancias horizontales disminuyen desplazándose la línea de baja marea hacia continente en cerca de 35 m y 20 m respectivamente, esta ocurrencia se debió posiblemente a un efecto del temporal de oleaje anómalo del noroeste ocurrido a partir del 31 de diciembre de 2020[6] coincidente con las fechas de mediciones de los perfiles. En el caso del perfil C, perfil D y perfil E las distancias horizontales aumentan con el desplazamiento de la línea de baja marea hacia el mar en cerca de 25 m, 10 m y 15 m respectivamente, cambiando de una pendiente pronunciada a una pendiente más suave a excepción en el perfil D en el cuál la pendiente aumenta (**Figura 27**). Las observaciones indican que de primavera a verano ocurre una ganancia hacia el mar en el ancho de playa en el perfile C, perfil D y perfil E. En tanto que la ganancia en la altura de la playa sucede en la zona intermareal en el perfil C y perfil E.

5.3.2.2. Perfiles de playa en Vichayito – Los Órganos

Los monumentos permanentes establecidos en las mediciones de los perfiles en la playa de Vichayito y Los Órganos se describen en el **APÉNDICE A-14** y se ilustran en el **APÉNDICE A: F-5**. Vichayito y Los Órganos se encuentran en la misma unidad geomorfológica, pero Vichayito se encuentra sin la presencia de puntas rocosas, como en Punta Veleros al sur de playa Los Órganos (Villanueva, 2017). Los cinco (5) perfiles elaborados en Vichayito – Los Órganos se midieron tres (3) de ellos en la playa Vichayito a 3.75 km al NW del centro poblado de Los Órganos, y dos (2) perfiles se midieron en la playa de Caleta Los Órganos frente al centro poblado con el mismo nombre, y al norte de Punta Veleros (**Figura 28**). Los perfiles (2) en la playa de Los Órganos se distribuyeron de sur a norte, iniciando el perfil B (PORB) a 300 m al norte del muelle del Desembarcadero Pesquero Artesanal (**Figura 28**, ver **APÉNDICE B-5**).

En la playa Vichayito, los tres perfiles se distribuyen cada 500 m de separación entre ellos. El perfil A (PVIA) se ubica 150 m al sur del hotel "El Refugio de Vichayito". El perfil B (PVIB) se ubica en la playa a 500 m al norte del perfil PVIA, luego a 500 m más al norte del perfil PVIB, se ubica el perfil C (PVIC) (**Figura 28**, ver **APÉNDICE B-5**). Los perfiles medidos en la playa Caleta Los Órganos y playa del Balneario de Vichayito tienen una dirección con rumbo NW (**APÉNDICE A-10** y **APÉNDICE A-12**).

En la playa de Los Órganos, en los perfiles PORB y PORC, el límite de la playa posterior subaérea hacia continente coincide con el pie de dunas costeras con vegetación dispersa. En el caso de la playa Vichayito, los perfiles PVIA y PVIB coinciden con dunas costeras con vegetación y sin

[6] Aviso especial Nro 86, 2020. Dirección de Hidrografía y Navegación, Marina de Guerra del Perú.

vegetación respectivamente; mientras que en el perfil PVIC el límite hacia continente intercepta el pie de un muro de material rustico perteneciente al hotel turístico "Aranwa Vichayito Bungalows & Carpas" (**APÉNDICE B-5**).

Perfiles de playa en Vichayito – Los Órganos, primer periodo, primavera

En el primer periodo, primavera, en la playa del balneario de Vichayito, el perfil A (PVIA) alcanza un ancho de playa sub aérea de 58.32 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior, con rumbo N 58.62 W, con el contacto con la arena húmeda (línea de alta marea, LAM) a los 17.87 m, y con el contacto con el agua (línea de baja marea, LBM) a los 58.32 m. El perfil B (PVIB) alcanza un ancho de playa sub aérea de 39.43 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior con rumbo N 63.36 W, con el contacto con la arena húmeda (línea de alta marea, LAM) a los 12.47 m y con el contacto con el agua (línea de baja marea, LBM) a los 39.43 m. El perfil C (PVIC) alcanza un ancho de playa de 52.57 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior, con rumbo N 54.25 W con el contacto con la arena húmeda (línea de alta marea, LAM) a los 40.4 m y con el contacto con el agua (línea de baja marea, LBM) a los 52.57 m. (**Figura 28**, ver **APÉNDICE A-10**).

En la playa caleta Los Órganos, el perfil B (PORB) alcanza un ancho de playa de 41.51 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior subaérea, con rumbo N 31.72 W, con el contacto con la arena húmeda (línea de alta marea, LAM) a los 18.98 m y con el contacto con el agua (línea de baja marea, LBM) a los 35.53 m. El perfil C (PORC) alcanza un ancho de playa de 78.47 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior sub aérea, con rumbo N 33.59 W, con el contacto con la arena húmeda (línea de alta marea, LAM) a los 4986 m, y con el contacto con el agua (línea de baja marea, LBM) a los 78.47 m. Este perfil PORC intercepta un escarpe de 21 cm de altura aproximadamente en los 51.12 m de longitud del perfil, sugiriendo un estado erosivo en esta zona, probablemente debido a un temporal estacional (**Figura 28**, ver **APÉNDICE A-10**).

Podemos observar que los perfiles medidos en Los Órganos se encuentran más próximos entre sí en relación con la separación entre los perfiles medidos en Vichayito (**Figura 28**). De acuerdo al planeamiento inicial en gabinete, previo a la salida al campo, se consideró tentativamente para la mayoría de las playas, medir perfiles con una separación entre ellas de 500 m. Sin embargo, posteriormente en campo resultó interesante divisar la persistencia de algunas dunas costeras aisladas con presencia de vegetación, cerca al extremo sur de la playa Los Órganos, al NE del Desembarcadero Pesquero Artesanal. Si estas dunas han sido alteradas y degradadas, posiblemente se debe a la actividad urbanística cerca de ellas (Martínez *et al*., 2008).

Cabe mencionar, en el sistema playa-duna, las dunas costeras entre unos de sus importantes roles, cumplen la función de amortiguar potenciales eventos de erosión en la playa, producto de temporales de oleajes de alta energía (McLachlan & Defeo, 2018; Psuty, 2004). Resulta importante la caracterización de perfiles de un sistema playa – duna con riesgo de degradación incipiente, y así detectar posteriormente potenciales alteraciones en la playa. Por esta razón se seleccionó la ubicación de dos perfiles en el lugar donde se evidenció la presencia de dichas dunas mencionadas. De esta manera también, posteriormente se podrá realizar el monitoreo de los perfiles en estos sistemas a escalas estacionales, anuales, interanuales, etc.

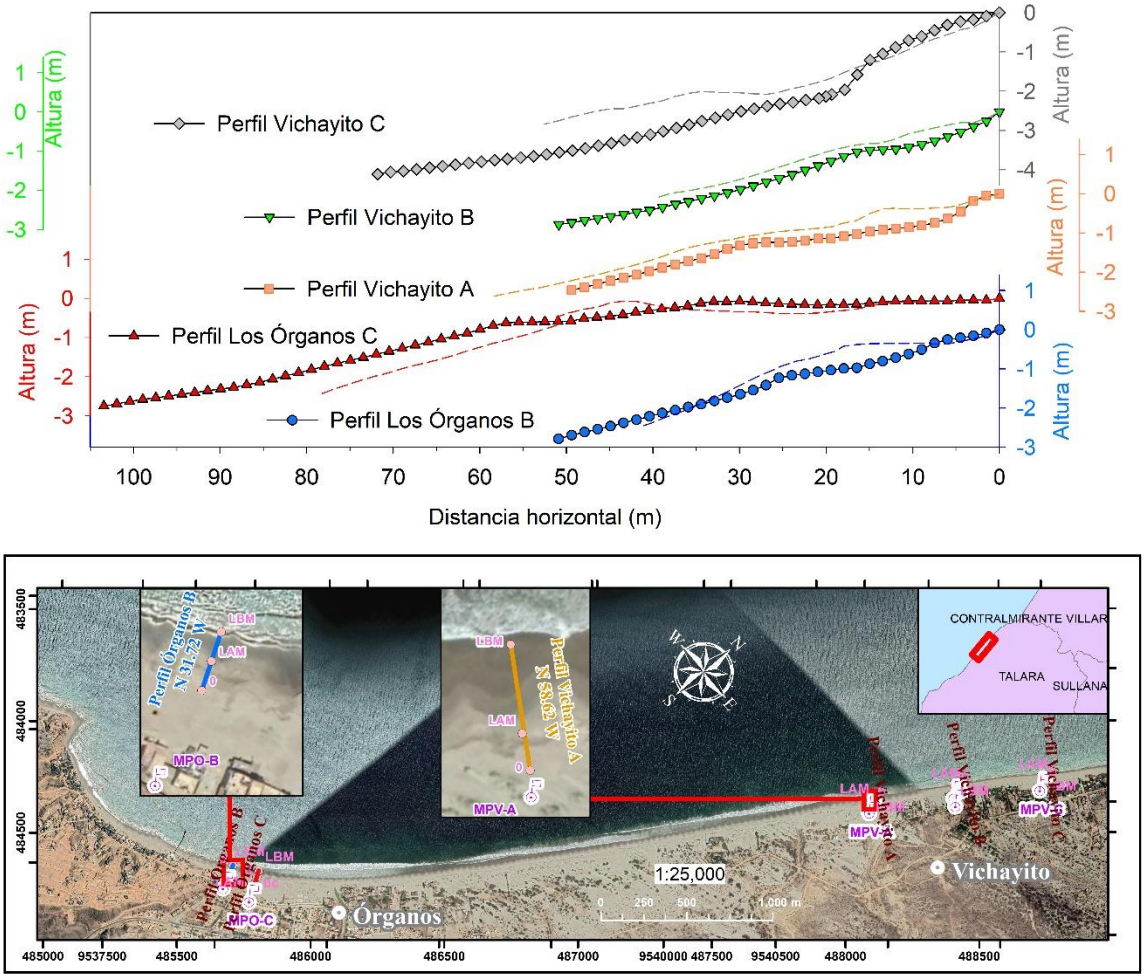


***Figura 28**. Perfiles de playa en Vichayito y Los Órganos. Panel superior: variación de las longitudes horizontal y vertical a lo largo de cada perfil de playa, para el primer periodo primavera (líneas en guiones) y para el segundo periodo, verano (líneas continuas con sus respectivos símbolos); panel inferior: mapa de localización de los perfiles de playa.*

<u>Perfiles de playa en Vichayito – Los Órganos, segundo periodo, verano</u>

En el segundo periodo, verano, la medición de verano en la playa del balneario de Vichayito, el perfil A (PVIA) alcanza un ancho total de playa sub aérea de 49.41 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior, con rumbo N 58.62° W; este perfil se midió hasta dos (2) intervalos más hacia el mar por debajo de la LBM. El contacto con la arena húmeda (LAM) se da a los 20.95 m, y el contacto con el agua (LBM) se da a los 46.41 m. En el caso del perfil B (PVIB), este alcanza un ancho total de playa sub aérea de 50.90 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior con rumbo N 63.36° W; este perfil se midió hasta un (1) intervalo más hacia el mar por debajo de la LBM. El contacto con la arena húmeda (LAM) se da a los 7.46 m y el contacto con el agua (LBM) se da a los 49.40 m. Mientras que el perfil C (PVIC) alcanza un ancho total de playa de 71.80 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior, con rumbo N 54.25° W; este perfil se midió hasta cinco (5) intervalos hacia el mar por debajo de la LBM. El contacto con la arena húmeda (LAM) se da a los 20.04 m y el contacto con el agua (LBM) se da a los 64.30 m. (**Figura 28**, ver **APÉNDICE A-12**).

Por otro lado, en la playa caleta Los Órganos, el perfil B (PORB) alcanza un ancho total de playa de 50.91 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior subaérea, con rumbo N 31.72° W; este perfil se midió hasta dos (2) intervalos más hacia el mar por debajo de la LBM. El contacto con la arena húmeda (LAM) se da a los 14.97 m, y el contacto con el agua (LBM) se da a los 47.92 m. Al mismo tiempo, el perfil C (PORC) alcanza un ancho total de playa de 103.44 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior sub aérea, con rumbo N 33.59° W; este perfil intercepta el contacto con la arena húmeda (LAM) a los 44.99 m, y el contacto con el agua (LBM) a los 103.44 m (**Figura 28**, ver **APÉNDICE A-12**).

<u>Comparación entre los perfiles de playa de primavera y verano en Vichayito –Los Órganos</u>

La comparación entre los perfiles de primavera y verano, evidencian cambios notables en las distancias horizontales y las alturas a lo largo de toda la zona de estudio en la playa de Vichayito – Los Órganos. Desde primavera a verano en Vichayito el perfil A disminuye su longitud horizontal, desplazándose la línea de baja marea hacia continente en cerca de 10 m, mientras que el perfil B y perfil C aumentan sus longitudes horizontales cerca de 12.5 m y 20 m respectivamente. Los relieves en los perfiles de primavera y verano se mantienen paralelos a excepción en el perfil C, donde aumenta la pendiente con la presencia de una berma pronunciada cerca de los 15 m desde el límite hacia continente de la playa posterior (**Figura 28**).

Desde primavera a Verano, en el caso del perfil B y perfil C en playa Los Órganos, sus distancias horizontales aumentan con el desplazamiento de la línea de baja marea hacia el mar en cerca de 10 m y 25 m respectivamente, y las pendientes de ambos disminuyen ligeramente (**Figura 28**).

Las observaciones indican que de primavera a verano ocurre principalmente una ganancia hacia el mar en el ancho de playa tanto en la playa de Vichayito como en la playa Los Órganos.

5.3.2.3. Perfiles de playa en Máncora

La ubicación de los perfiles en la playa de Máncora, se establecieron en la parte intermedia de cada tramo de playa, diferenciado por la orientación en su línea de costa (**Figura 29**), esto debido a que la playa longitudinalmente varía mucho entre tramos cortos.

Los monumentos permanentes establecidos en las mediciones de los perfiles en la playa de Máncora se describen en el **APÉNDICE A-14** y se ilustran en el **APÉNDICE A: F-6**. Los cinco (5) perfiles elaborados en Máncora se midieron al norte del Desembarcadero Pesquero Artesanal (**Figura 29**). Los perfiles se distribuyen de sur a norte de acuerdo a la dirección de la línea de costa a lo largo de toda la playa, ubicándose un perfil en la parte intermedia de cada segmento de playa con dirección diferente una de otra. El primer perfil medido, perfil A (PMAA) se ubica a 65 m al Este del DPA, luego el siguiente perfil B (PMAB) se ubica a 165 m al NE del anterior perfil A (PMAA), después el perfil C (PMAC) se ubica a 150 m al NE del perfil PMAB, así mismo el perfil D (PMAD) se ubica a 240 m al NE del perfil PMAC, y finalmente el perfil E (PMAE) se ubica a 345 m al Este del perfil PMAD (**Figura 29**, ver **APÉNDICE B-6**). Los perfiles medidos en la playa Máncora, tienen dirección con rumbo NW (**APÉNDICE A-10** y **APÉNDICE A-12**).

En la playa de Máncora, el perfil PMAA presenta el límite de la playa posterior subaérea hacia continente en el pie de un acantilado, mientras que el perfil PMAB dicho límite coincide con el pie de infraestructura antrópica del tipo muro de protección de un hotel turístico "Máncora Marina Hotel". En al caso de los perfiles PMAC y PMAD los límites hacia continente de la playa sucede en el pie de dunas costeras con vegetación. En tanto que el perfil PMAE el límite de la playa posterior intercepta el pie de una infraestructura, un muro perimétrico de una casa (**APÉNDICE B-6**).

<u>Perfiles de playa en Máncora, primer periodo, primavera</u>

En el primer periodo, primavera, en la playa del balneario de Máncora, el perfil A (PMAA) alcanza un ancho de playa sub aérea de 54.402 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior, con rumbo N 10.49° W, con el contacto con la arena húmeda (línea de alta marea, LAM) a los 13.96 m, posterior a al contacto con la LAM, se encontró la formación de una berma ligeramente pronunciada. El perfil PMAA tiene contacto con el agua (línea de baja marea, LBM) a los 54.40 m. El perfil B (PMAB) alcanza un ancho de playa sub aérea de 39.6 m medido desde

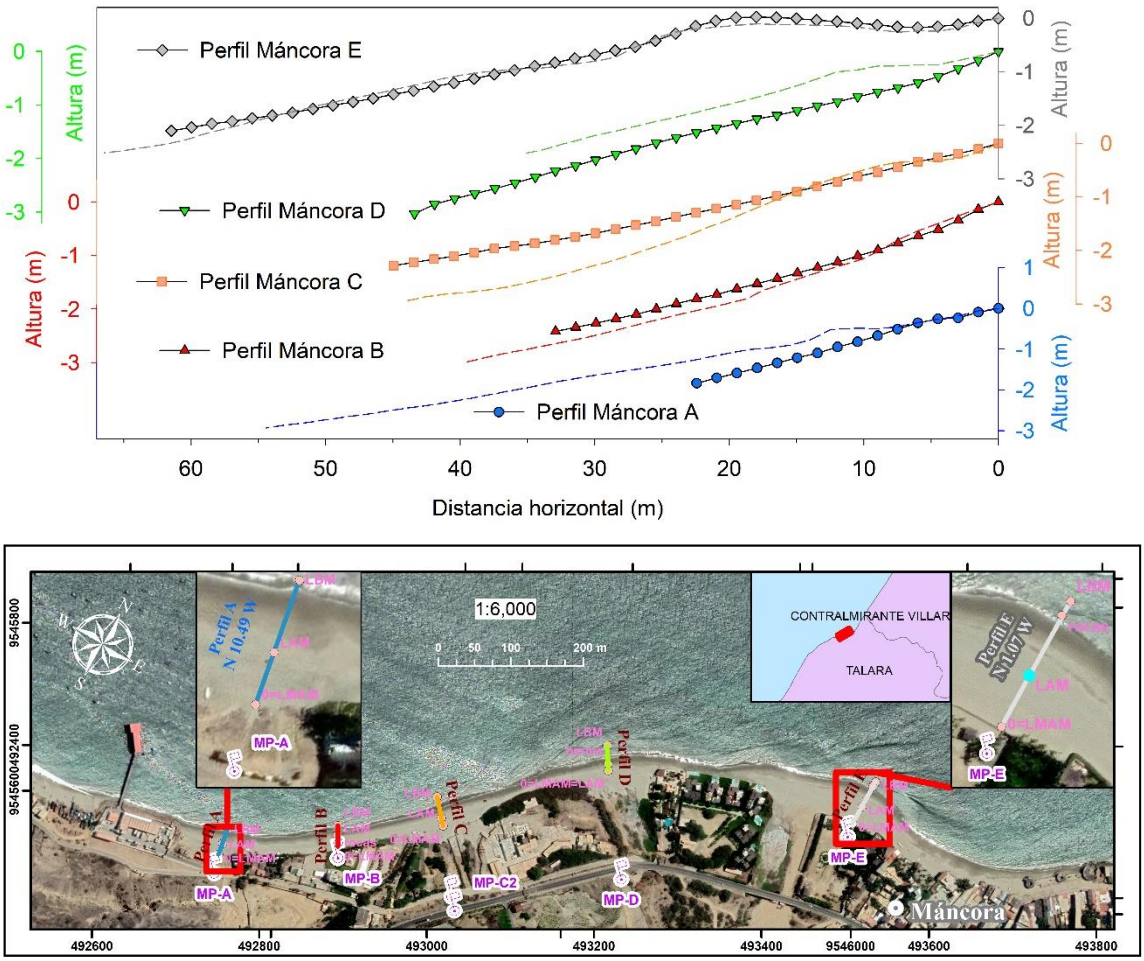


***Figura 29**. Perfiles de playa en Máncora. Panel superior: variación de las longitudes horizontal y vertical a lo largo de cada perfil de playa para el primer periodo, primavera (líneas en guion) y para el segundo periodo, verano (líneas continuas con sus respectivos símbolos); panel inferior: mapa de localización de los perfiles de playa.*

el límite hacia continente de la playa posterior con rumbo N 29.98° W, con el contacto con la arena húmeda (línea de alta marea, LAM) a los 8.62 m y con el contacto con el agua (línea de baja marea, LBM) a los 39.60 m. El perfil C (PMAC) alcanza un ancho de playa de 43.99 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior, con rumbo N 41.78° W con el contacto con la arena húmeda (línea de alta marea, LAM) a los 9.71 m y con el contacto con el agua (línea de baja marea, LBM) a los 43.99 m. (**Figura 29**, ver **APÉNDICE A-10**). El perfil D (PMAD) alcanza un ancho de playa de 35.34 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior sub aérea, con rumbo N 32.17° W, con el contacto con la arena húmeda (línea de alta marea, LAM) a los 0.00 m, es decir la LAM coincide con el inicio de la medición del perfil y con el límite hacia continente de la playa subaérea posterior. El perfil PMAD contacta con el agua (LBM) a los 35.34 m. El perfil E (PMAE) alcanza un ancho de playa de 66.42 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior sub aérea, con rumbo N 1.07° W, con el

contacto con la arena húmeda (LAM) a los 29.40 m, previo al contacto con la LAM se intercepto con una berma pronunciada (con 10.39 % de pendiente) a los 25.48 m; el contacto con el agua (LBM) es a los 66.42 m (**Figura 29**, ver **APÉNDICE A-10**).

Perfiles de playa en Máncora, segundo periodo, verano

En la campaña de verano para esta zona, los monumentos permanentes empleados en las mediciones de los perfiles en la playa de Máncora, son los mismos establecido en la primera salida a campo, primer periodo, primavera, los cuales se describen en el **APÉNDICE A-14** y se ilustran en el **APÉNDICE A: F-6**.

Para esta campaña de verano, en la playa del balneario de Máncora, el perfil A (PMAA) alcanza un ancho total de playa sub aérea de 22.42 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior, con rumbo N 10.49° W, este perfil se midió hasta dos (2) intervalos hacia el mar por delante y debajo de la LBM. El contacto con la arena húmeda (LAM) se da a los 2.99 m, continuando con la medición hacia la parte frontal, después de interceptar la LAM, se encontró la formación de una berma ligeramente pronunciada.

El perfil PMAA tiene contacto con el agua (LBM) a los 19.43 m. El perfil B (PMAB) alcanza un ancho total de playa sub aérea de 32.90 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior con rumbo N 29.98° W. Este perfil se midió hasta dos (2) intervalos hacia el mar, por delante y debajo la LBM. El contacto con la arena húmeda (LAM) se registró en los 0.0 m y el contacto con el agua (LBM) se da a los 29.91 m. Mientras el perfil C (PMAC) alcanza un ancho total de playa de 44.94 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior, con rumbo N 41.78° W; este perfil se midió hasta dos (2) intervalos hacia el mar por delante y debajo de la LBM. El contacto con la arena húmeda (LAM) se da a los 0.0 m, y el contacto con el agua (LBM) se da a los 41.94 m. (**Figura 29**, ver **APÉNDICE A-12**). El perfil D (PMAD) alcanza un ancho total de playa de 43.39 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior sub aérea, con rumbo N 32.17° W, con el contacto con la arena húmeda (LAM) a los 0.00 m, es decir la LAM coincide con el inicio de la medición del perfil y con el límite hacia continente de la playa subaérea posterior. El perfil PMAD contacta con el agua (LBM) a los 43.39 m. El perfil E (PMAE) alcanza un ancho total de playa subaérea de 61.44 m medido desde el límite hacia continente de la playa posterior sub aérea, con rumbo N 1.07° W, con el contacto con la arena húmeda (LAM) a los 20.99 m, y el contacto con el agua (LBM) se da a los 61.44 m (**Figura 29**, ver **APÉNDICE A-12**).

Comparación entre los perfiles de primavera y verano en la playa de Máncora

La comparación entre los perfiles de primavera y verano, evidencian cambios notables en las distancias horizontales y las alturas a lo largo de toda la zona de estudio en la playa de Máncora. Desde primavera a verano el perfil A y perfil B disminuyen sus longitudes horizontales, desplazándose la línea de baja marea hacia continente en cerca de 30 m y 7 m respectivamente, mientras que el perfil C y perfil E mantuvieron sin cambios notorios sus longitudes horizontales. En tanto que el perfil D aumentó su longitud horizontal, desplazándose la línea de baja marea hacia el mar cerca de 10 m. Las observaciones indican que la zona al NE de la playa mantuvo su ancho desde primavera a verano, a excepción en la vecindad del perfil D, donde aumenta el ancho de forma moderada. En la zona SW la playa disminuye su ancho dónde corresponde con el perfil A y perfil B, esto se produjo como un efecto del temporal de oleaje anómalo[7] que coincidió con la fecha de medición (04/01/2021) de dichos perfiles.

5.3.3. Variación de las pendientes en las playas asociadas con el Área piloto Punta Salinas - Végueta

Las pendientes de los perfiles de playa varían dentro de una misma playa y entre diferentes playas asociadas con las áreas pilotos de las provincias de Lima y Piura.

5.3.3.1. Pendientes en las playas de Chancay

Pendientes en las playas de Chancay en primavera

En el primer periodo, primavera, los valores de las pendientes de los perfiles en el ancho total de la playa en Chancay varían desde 2% hasta 6% (**Figura 30**) indicando que por cada 100 m, la pendiente de la playa sube o disminuye entre 2 a 6 metros; las pendientes de estos perfiles de playa tienen un valor promedio de 4.31% (±1.64) (**Figura 31**). En cambio las pendientes de los perfiles de esta playa en Chancay, en el segmento del transecto correspondiente únicamente a la zona intermareal, varían en un rango relativamente menor respecto a las del ancho total de la playa, desde 3% hasta 5.35% con un promedio de 4.48% (±0.96). Sin embargo, los promedios de las pendientes de los perfiles del ancho total y de la zona intermareal presentan valores similares, indicando que la pendiente en todo el ancho de la playa varía en forma progresiva sin cambios abruptos, excepto en el caso del perfil del extremo sur (PCHA) de la playa, donde la pendiente de la zona intermareal es mayor respecto a todo el ancho de la playa. Las observaciones mencionadas sugieren que esta playa presenta perfiles del tipo disipativo (Wright & Short, 1984).

[7]Aviso especial Nro 86, 2020. Dirección de Hidrografía y Navegación, Marina de Guerra del Perú.

Pendientes en las playas de Chancay en verano

En el segundo periodo, verano, los valores de las pendientes de los perfiles en el ancho total de la playa en Chancay varían desde 1.49% hasta 3% (**Figura 30**) indicando que por cada 100 m, la pendiente de la playa sube o disminuye entre 1.49 y 3 metros; las pendientes de estos perfiles de playa tienen un valor promedio de 2.12% (±0.58) (**Figura 31**). En cambio las pendientes de los perfiles de esta playa en Chancay, en el segmento del transecto correspondiente únicamente a la zona intermareal, varían en un rango relativamente mayor respecto a las del ancho total de la playa, desde 1.66% hasta 4.84% con un promedio de 2.91% (±1.20). Los promedios de las pendientes entre los perfiles del ancho total y de la zona intermareal muestran que la de estas últimas es relativamente mayor que la de los primeros, indicando un cambio ligero en las pendientes desde la zona supramareal hacia una mayor pendiente en la zona intermareal en los perfiles evaluados a lo largo de la playa. No obstante, existe una excepción en el caso del perfil CD (PCHCD) cerca al extremo norte de la playa evaluada, donde la pendiente de la zona intermareal es ligeramente menor respecto a todo el ancho de la playa (**APÉNDICE A-16**). Las observaciones mencionadas sugieren que la zona subaérea de esta playa se caracteriza por presentar pendientes ligeras, y si este tipo de pendiente se presenta en la zona de la playa sumergida, se puede presumir que la playa en conjunto presenta perfiles con un estado morfodinámico disipativo (Wright & Short, 1984).

De primavera a verano existe una disminución en la pendiente a lo largo de la playa evaluada, tanto en el ancho completo de la playa como en la zona intermareal. La mayor diferencia en el cambio de pendiente de primavera a verano aumenta de SW a NE de la línea de costa del litoral vinculado con la zona evaluada (**Figura 30**, **Figura 31**).

5.3.3.2. Pendientes en la playa de Huacho

Pendientes en las playas de Huacho en primavera

En el primer periodo, primavera, los valores de las pendientes de los perfiles en el ancho total de la playa en Huacho varían desde 3% hasta 8% indicando que por cada 100 m, la pendiente de la playa sube o disminuye entre 3 a 8 metros; las pendientes de estos perfiles de playa tienen un valor promedio de 5.74% (±2.14). En cambio al considerar solamente la zona intermareal en los perfiles de playa, las pendientes varían en un rango relativamente menor, desde 2.85% hasta 6% con un promedio de 4.47% (±1.47). Los perfiles tienen menor pendiente en la zona intermareal respecto a las de la playa posterior (**Figura 30**, **Figura 31**). En dirección longitudinal a lo largo

de la playa, los perfiles cambian de sur a norte, desde el tipo disipativo al tipo reflectivo, observando un cambio notorio entre el perfil PHUB y el perfil PHUC (**Figura 25**, **Figura 30**), donde este último sería del tipo reflectivo (Wright & Short, 1984). Se evidencia en los perfiles más hacia el norte (PHUD y PHUE) la presencia de bermas y escarpes, los cuales podrían indicar la perdida de arena en estas zonas, debido a eventos de temporales de intensa energía (Odériz *et al*., 2014; Payo *et al*., 2008; Reyes *et al*., 1998).

Pendientes en las playas de Huacho en verano

En el segundo periodo, verano, considerando el ancho total de la playa en los perfiles, las pendientes varían desde 3.43% hasta 5.55% indicando que por cada 100 m la pendiente de la playa sube o disminuye entre 3.4 a 5.6 metros; las pendientes de estos perfiles de playa tienen un valor promedio de 4.48% (±0.91). En cambio, al considerar solamente la zona intermareal, las pendientes de los perfiles de playa varían en un rango ligeramente menor, desde 3.43% hasta 4.84% con una promedio de 4.06% (±0.55) (**APÉNDICE A-16**). En la mayoría de los perfiles la pendiente es menor en la zona intermareal respecto a la zona de la playa posterior o supramareal, excepto para los casos de los perfiles PHUC y PHUD (**Figura 30**, **Figura 31**). En dirección longitudinal a lo largo de la playa los perfiles de sur a norte y hacia el NW, van aumentando ligeramente sus pendientes conforme nos dirigimos hacia menores latitudes (**Figura 25**, **Figura 30**). No obstante los cambios en las pendientes entre los perfiles a lo largo de la playa evaluada no son considerables, lo que sugiere que todos los perfiles evaluados presentan características con estados morfodinámicos del tipo disipativo (Wright & Short, 1984). En la campaña de verano no se presenció bermas ni escarpes en los perfiles más hacia el norte (PHUD y PHUE), esto quedaría explicado debido a la estabilización de la energía hidrodinámica característica de las estaciones de verano (Odériz *et al*., 2014; Payo *et al*., 2008; Reyes *et al*., 1998).

De primavera a verano existe una disminución en la pendiente a lo largo de la playa evaluada, tanto en el ancho completo de la playa como en la zona intermareal. La mayor diferencia en el cambio de pendiente de primavera a verano aumenta de SW a NE y luego vuelve a disminuir hacia el extremo NE de la línea de costa del litoral vinculado con la zona evaluada (**Figura 30**, **Figura 31**).

5.3.3.3. Pendientes en las playas de Supe Puerto

Pendientes en las playas de Supe Puerto en primavera

En el primer periodo, primavera, considerando el ancho total de las playas La Isla del Faraón y Puerto Supe, los perfiles varían sus pendientes desde 2% hasta 5% indicando que por cada 100 m, la pendiente de la playa sube o disminuye entre 2 a 5 metros; las pendientes de estos perfiles de playa tienen un valor promedio de 3.58% y 4.54% respectivamente. Mientras que al considerar solamente la zona intermareal en estas playas La Isla del Faraón y Puerto Supe, los perfiles varían sus pendientes en un rango relativamente menor, desde 3.4% hasta 5.28%, con un promedio de 4.74% y 4.37% respectivamente. En la playa del Puerto de Supe se evidencia que la pendiente cambia progresivamente transversalmente a lo largo de los perfiles, mostrando similitud de las pendientes entre la zona intermareal y la playa posterior. Los perfiles en esta playa Puerto de Supe en general presentan pendientes ligeras (**Figura 26**), sugiriendo perfiles del tipo disipativo (Wright & Short, 1984). Por el contrario en la playa La Isla del Faraón en el perfil más al sur (PLIA) la pendiente en la zona intermareal es mayor que en la playa posterior. Al mismo tiempo en la misma playa, el perfil más al norte (PLIB), en el ancho total de la playa, la pendiente es mayor con respecto a la del perfil anterior (PLIA). Además, este perfil PLIB presenta una pendiente con cambio progresivo desde el límite de la playa posterior hacia la zona intermareal (**Figura 26**, **Figura 30**, **Figura 31**). De las observaciones encontradas en la playa La Isla Faraón se sugiere que esta presenta perfiles del tipo reflectivo (Wright & Short, 1984) en la estación de primavera evaluada.

Pendientes en las playas de Supe Puerto en verano

En el segundo periodo, verano, los perfiles en el ancho total de las playas La Isla del Faraón y Puerto Supe varían sus pendientes desde 1.91% hasta 3.76% indicando que por cada 100 m, la pendiente de la playa sube o disminuye entre 1.9 a 3.8 metros; las pendientes de estos perfiles de playa tienen un valor promedio de 2.84% y 3.14% respectivamente. Mientras que considerando solamente la zona intermareal, los perfiles de estas playas La Isla del Faraón y Puerto Supe, varían sus pendientes en un rango relativamente menor, desde 2.58% hasta 4.45%, con un promedio de 3.19% y 4.11% respectivamente. En la playa del Puerto de Supe se evidencia que la pendiente cambia notoriamente en forma transversal a lo largo de cada perfil, donde las zonas intermareales presentan pendientes relativamente mayores que las de la zona de playa posterior o supramareal (**APÉNDICE A-16**).

En general, en las playas de Supe Puerto, los perfiles presentan pendientes ligeras (**Figura 26**), pero estas son relativamente un poco más pronunciadas que las pendientes de los perfiles en las

playas de Chancay. Las observaciones mencionadas sugieren que los perfiles en las playas de Supe Puerto estarían caracterizadas con un estado morfodinámico del tipo disipativo (Wright & Short, 1984). De forma similar en la playa La Isla del Faraón en el perfil más al sur (PLIA) la pendiente en la zona intermareal es ligeramente mayor que en la playa posterior. Sin embargo en la misma playa, el perfil más al norte (PLIB), en su ancho total de la playa, la pendiente es similar con respecto a la del perfil de la zona anterior o intermareal (**Figura 26**, **Figura 30** y **Figura 31**). De las observaciones encontradas en la playa La Isla del Faraón se sugiere que los perfiles podrán encontrarse en un estado morfodinámico del tipo disipativo (Wright & Short, 1984) en la estación de verano.

De primavera a verano existe una disminución en la pendiente a lo largo de la playa evaluada, tanto en el ancho completo de la playa como en la zona intermareal. La mayor diferencia en el cambio de pendiente de primavera a verano aumenta de Sur a Norte y luego vuelve a disminuir hacia el extremo Norte de la línea de costa del litoral vinculado con la zona evaluada (**Figura 30**, **Figura 31**).

5.3.4. Pendientes en las playas asociadas con el Área Piloto Cabo Blanco – Máncora

5.3.4.1. Pendientes en las playas de Cabo Blanco

Pendientes en las playas de Cabo Blanco en primavera

En el primer periodo, primavera, los perfiles en el ancho total de la playa en Cabo Blanco, varían sus pendientes desde 2% hasta 8% indicando que por cada 100 m, la playa tiene un rango de variación vertical entre 2 y 8 metros; las pendientes de estos perfiles de playa tienen un valor promedio de 4.58% (±2.24). En cambio considerando solamente la zona intermareal, los perfiles varían sus pendientes en un rango desde 3.28% hasta 9.36% con un promedio de 6.49% (±2.57). De suroeste a noreste el ancho de la playa disminuye considerablemente haciéndose más estrechos en los perfiles (PCBD y PCBE) en el extremo norte (APÉNDICE A-17). En todos los perfiles las pendientes son mayores en la sección de la zona intermareal que en la playa posterior (**Figura 30**). De sur a norte los perfiles cambian de un tipo reflectivo al tipo disipativo, los perfiles PCBA, PCBB y PCBC serían del tipo disipativo mientras que los perfiles PCBD y PCBE serían de tipo reflectivo (Wright & Short, 1984).

Pendientes en las playas de Cabo Blanco en verano

En el segundo periodo, verano, en el ancho total de la playa en Cabo Blanco, los perfiles varían sus pendientes desde 2.98% hasta 7.06% indicando que por cada 100 m la playa varia verticalmente entre 3 y 7 metros; las pendientes de estos perfiles de playa tienen un valor promedio de 5.56% (±1.62). En cambio al considerar únicamente la zona intermareal, los perfiles presentan pendientes con un rango de valores ligeramente mayor, el cual varía desde 4.12% hasta 8.90% con un promedio de 5.60% (±2.05) (APÉNDICE A-18). De suroeste a noreste el ancho de la playa disminuye considerablemente haciéndose más estrechos en los perfiles (PCBD y PCBE) en el extremo noreste, con excepción del ancho de la playa en el perfil C (PCBC), el cual es pronunciado respecto al ancho de playa en los demás perfiles (APÉNDICE A-18). De suroeste a noreste, las pendientes disminuyen hasta el perfil PCBC, luego aumentan hacia los perfiles del extremo al noreste. En los perfiles PCBB y PCBC las pendientes son mayores en la sección de la zona intermareal que en la playa posterior, y en sentido contrario en el resto de los perfiles (**Figura 30**). Las observaciones muestran que el perfil PCBC presenta una pendiente ligera; este perfil se ubica aproximadamente en la parte central de la longitud total dela playa evaluada, sugiriendo que este sitio en particular correspondería con una característica de estado morfodinámico disipativo (Wright & Short, 1984) para la estación de inicio de verano. Por el contrario los perfiles adyacentes a ambos lados presentan pendientes ligeramente pronunciadas.

De primavera a verano, considerando el ancho total de la playa en Cabo Blanco, existe un aumento en la pendiente en la zona del extremo SW de la playa vinculada con los perfiles PCBA y PCBB. Luego existe una disminución de la pendiente en el perfil PCBC, seguido de un aumento en el perfil PCBD y nuevamente una disminución en la zona del extremo NE en el perfil PCBE. Considerando únicamente la zona intermareal, la pendiente aumenta de primavera a verano en los perfiles PCBA y PCBB y disminuye considerablemente en los perfiles PCBC, PCBD y PCBE (**Figura 30**). En promedio de primavera a verano la pendiente aumenta en el ancho total de la playa, mientras que disminuye en la zona intermareal (**Figura 31**). La variabilidad observada sin algún patrón evidente en las pendientes durante el periodo de verano, podría ser atribuida a las perturbaciones producidas como efecto del temporal de oleajes anómalos en el verano temprano 2020-2021[8].

5.3.4.2. Pendientes en las playas de Vichayito – Los Órganos

<u>Pendientes en las playas de Vichayito – Los Órganos en primavera</u>

En el primer periodo, primavera, los perfiles en el ancho total de las playas Los Órganos y Vichayito, varían sus pendientes desde 3% hasta 6% indicando que por cada 100 m la playa varía verticalmente entre 3 y 6 metros; las pendientes de estos perfiles de playa tienen un valor

[8] Aviso especial Nro 86, 2020. Dirección de Hidrografía y Navegación, Marina de Guerra del Perú.

promedio de 4.55% y 5.14 respectivamente. Al considerar solamente la zona intermareal, los perfiles varían sus pendientes desde 4.36% hasta 8.58% con un promedio de 7.89% y 4.79% en Los Órganos y Vichayito respectivamente. Cabe indicar que el perfil PORC presenta una berma y escarpe en la zona intermareal, este rasgo fisiográfico como se indicó anteriormente sugiere un estado erosivo de la playa en esta zona, debido a un temporal de alta energía. No obstante esa inferencia necesita ser confirmada con información complementaria de mediciones históricas o de no ser posible, entonces con mediciones en cada año posteriormente. Las observaciones encontradas en la estación de primavera 2020, sugieren que los perfiles en la playa Los Órganos son del tipo reflectivo, mientras que las de Vichayito del tipo disipativo (Wright & Short, 1984).

Pendientes en las playas de Vichayito – Los Órganos en verano

En el segundo periodo, los perfiles en el ancho total de las playas Los Órganos y Vichayito, varían sus pendientes desde 2.66% hasta 5.73%, indicando que por cada 100 m la playas varía verticalmente entre 2.7 y 5.7 metros; las pendientes de estos perfiles de playa tienen un valor promedio de 4.06% y 5.45 respectivamente en cada playa. En considerando únicamente la zona intermareal, los perfiles varían sus pendiente desde 3.83% hasta 5.31% con un promedio de 4.61% y 4.45% para la playa Los Órganos y playa Vichayito respectivamente (APÉNDICE A-18). El ancho total de la playa subaérea en los perfiles aumenta de suroeste a noreste tanto en Los Órganos como en Vichayito; de la misma manera este patrón se presenta en el ancho de la sección intermareal de los perfiles en las playas avaluadas (APÉNDICE A-18). Las pendientes del ancho total de la playa en los perfiles de Los Órganos disminuyen desde el perfil PORB al perfil PORC, mientras que en los perfiles de Vichayito aumentan desde PVIA hacia PVIB y PVIC (**Figura 30**). En promedio la pendiente de los perfiles en la zona intermareal en Los Órganos es mayor que en la de todo el ancho total del perfil, sugiriendo cambios moderados en la inclinación de la playa desde la zona supramareal con dirección hacia el mar. Las observaciones encontradas en verano temprano 2020-2021, sugieren que estos perfiles presentan características de un estado morfodinámico de playas reflectivas (Wright & Short, 1984).

En primavera y verano, considerando el ancho total de la playa en playa Los Órganos y playa Vichayito, las pendientes son muy similares en todos los perfiles presentando el mismo patrón desde extremo SW de la playa hacia el SE. No obstante, considerando solamente la zona intermareal, se observa que de primavera a verano las pendientes disminuyen en los perfiles de la playa Los Órganos, mientras que en la playa Vichayito las pendientes de los perfiles se mantienen de forma similar (**Figura 30**, **Figura 31**).

5.3.4.3. Pendientes en las playas de Máncora

Pendientes en las playas de Máncora en primavera

En el primer periodo, primavera, los perfiles en el ancho total de la playa de Máncora, varían sus pendientes desde 3.78% hasta 7.56% indicando que por cada 100 m la playa aumenta o disminuye de altura entre 3.8 y 7.6 metros; las pendientes de estos perfiles de playa tiene un valor promedio de 5.77% (±1.44). En cambio al considerar solamente la zona intermareal, los perfiles de playa varían sus pendientes desde 4.68% hasta 7.19% con un promedio de 5.89% (±1.06) (**Figura 30**, **Figura 31**). Las observaciones encontradas para el periodo primavera 2020, sugieren que de suroeste a noreste los perfiles en la playa Máncora cambian del tipo relfectivo al tipo disipativo (Wright & Short, 1984).

Pendientes en las playas de Máncora en verano

En el segundo periodo, verano, los perfiles en el ancho total de la playa en Máncora varían sus pendientes desde 3.42% hasta 8.18%, indicando que por cada 100 m la playa varía verticalmente entre 3.4 a 8.2 metros; las pendientes de estos perfiles de playa tiene un valor promedio de 6.20% (±1.92). En cambio al considerar únicamente la zona intermareal, los perfiles de playa varían sus pendientes desde 5.08% hasta 8.23% con un promedio de 6.54% (±1.41) (APÉNDICE A-18). Las pendientes en el ancho total de la playa disminuyen de suroeste a noreste, conforme nos dirigimos hacia latitudes menores; este patrón se observa también en las pendientes de la zona intermareal de los perfiles de playa. En promedio la pendiente de la zona intermareal de los perfiles es ligeramente mayor que la del ancho total de la playa (**Figura 30**, **Figura 31**), sugiriendo un cambio moderado entre la inclinación de la playa supramareal y la zona intermareal. De las observaciones encontradas para el periodo de verano temprano 2020-2021, se sugiere que los perfiles de playa presentan la característica con un estado morfodinámico que cambian desde el suroeste del tipo reflectivo al estado disipativo hacia el noroeste (Wright & Short, 1984).

De primavera a verano se evidencia un mismo patrón en el cambio de pendientes entre el ancho total de la playa y la zona intermareal. De SW a NE las pendientes cambian de primavera a verano, con un aumento en el perfil PMAA, luego se mantiene similar la pendiente en el perfil PMAB, después la pendiente disminuye en el perfil PMAC, seguido con el aumento en el perfil PMAD y manteniéndose similar en el perfil PMAE (**Figura 30**). En general tanto en el ancho total de la playa subaérea como en la zona intermareal, en promedio las pendientes se mantienen casi similares con un ligero aumento desde la primavera 2020 hacia el verano temprano 2020-2021 (**Figura 31**).

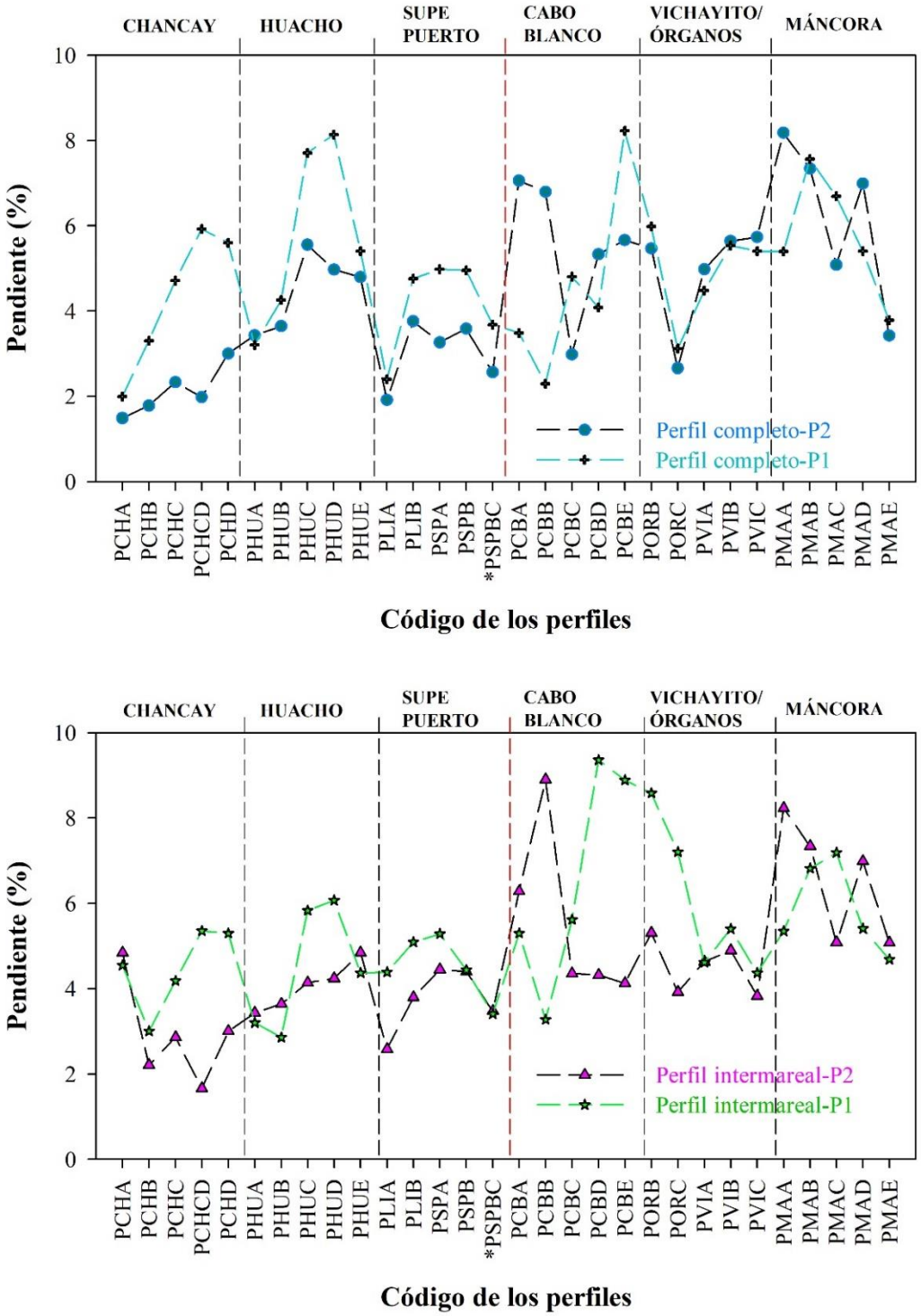


Figura 30. *Variación de las pendientes de los perfiles de playa en todo el ancho de la playa subaérea y perfil de playa delimitado para la zona intermareal entre el periodo primavera 2020 (P1) y el periodo de verano 2020-2021 (P2).*

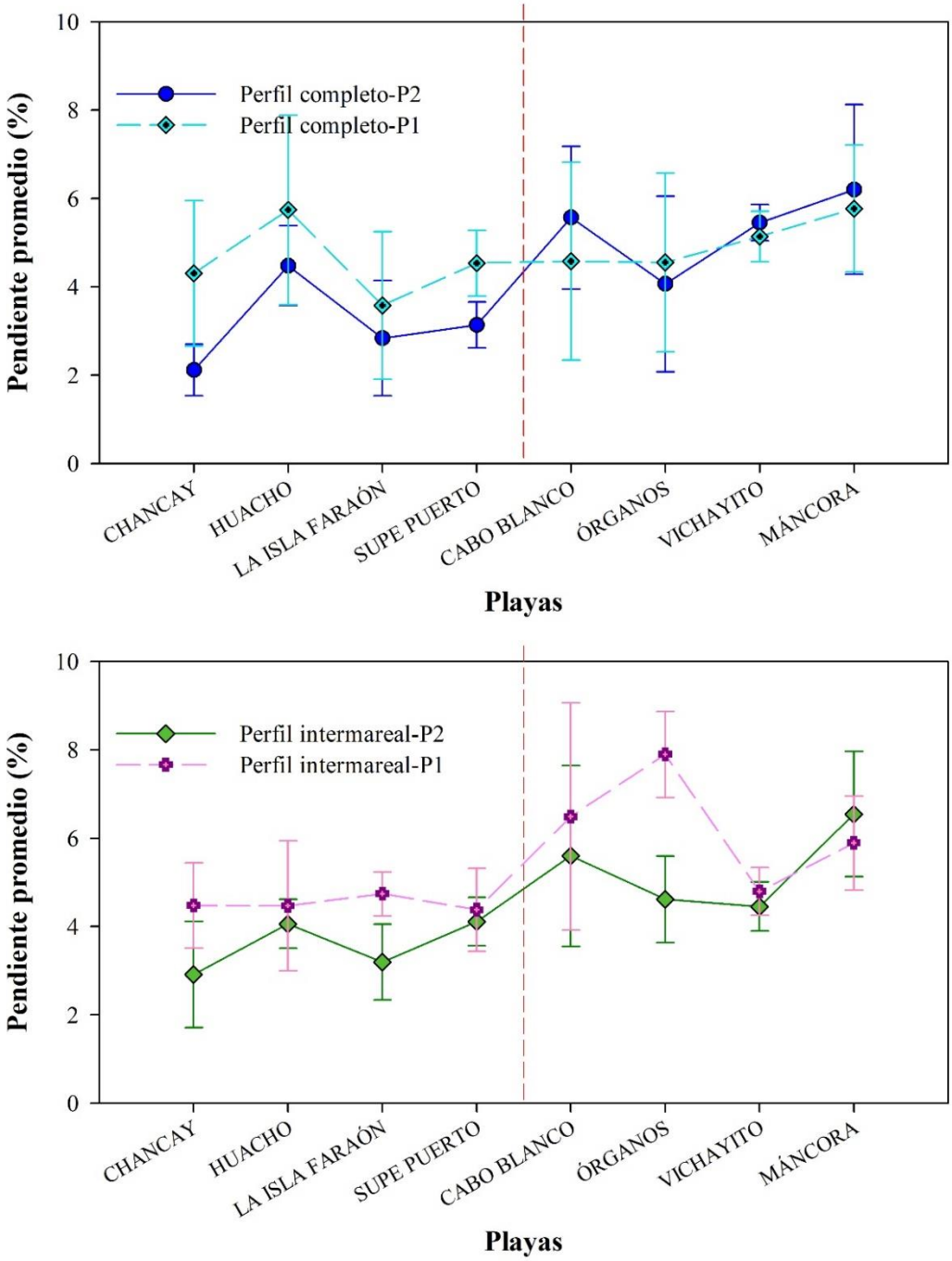


Figura 31. *Pendientes promedias por playa calculadas a partir de los perfiles medidos en el ancho completo de la playa y en la zona intermareal*, en verano de 2020-2021.

La estabilidad de los rasgos morfológicos en una playa de arena está en función del ángulo entre la línea de crestas de las olas incidentes y la línea de costa (Ashton *et al*., 2001). Por ejemplo para ángulos pequeños entre la línea de crestas de las olas incidentes y la orientación de la línea de costa, el transporte lateral de sedimentos suaviza los rasgos de la morfología en línea de costa. Para ángulos grandes entre las olas y la línea de costa, crecerán las pequeñas perturbaciones hacia

una línea de costa recta. Para ángulos ligeramente mayores a los 45° entre las olas y la línea de costa, el flujo lateral de sedimentos se maximiza produciendo inestabilidad y alteración en la morfología de la línea de costa (Ashton & Murray, 2006).

Tomando en consideración los antecedentes mencionados arriba, en la zona de la playa La Isla del Faraón, la orientación de su línea de costa con las olas incidentes tienen ángulos muy pequeños, y de forma similar en los sectores en la playa de Chancay y Huacho (**Figura 32**). Sin embargo los dos últimos sectores presentan un promontorio ubicado al SE. El promontorio estaría produciendo la reflexión del oleaje hacia la zona central de la playa donde ocurriría la divergencia de corrientes que impactan la orilla propiciando erosión en esos sitios (Davidson-Arnott, 2010; Masselink *et al*., 2011, Joevivek *et al.*, 2019). De acuerdo al estudio de los cambios de líneas de orilla para el primer periodo, primavera, se evidencian tendencias de erosión principalmente en Chancay y Huacho, y acreción en la playa La Isla del Faraón. Estas observaciones son consistentes con los estudios de Ashton *et al*. (2001) y Ashton & Murray (2006), donde relacionan la inestabilidad de la morfología de una playa con el ángulo entre las olas incidentes y la línea de costa. Además en la zona de la playa La Isla del Faraón, la pequeña isla frente y cercana a la playa produce en la vecindad cerca a la playa, una zona de protección o zona de sombra, al proteger esta zona de la energía directa de las olas incidentes. Esta zona de sombra propiciaría la acreción de sedimentos, y de forma más favorable durante el verano debido a la estabilización de la energía hidrodinámica producida por el oleaje. Como consecuencia entre el borde anterior de la playa y el borde de la parte posterior de la Isla se propiciaría la formación de un tómbolo.

Figura 32. *Mapa de la zona en playa La Isla del Faraón (izquierda) y en playa de Huacho (derecha). En estas imágenes se pueden observar el ángulo que forman entre la línea de la cresta (líneas de color amarillo) de la olas incidentes con la dirección (líneas de color rojo) de la línea de costa.*

5.3.5. Capacitación sobre el levantamiento de perfiles de playa

5.3.5.1. Capacitación sobre levantamiento de perfiles de playa durante el primer periodo, primavera 2020

En esta etapa del levantamiento de perfiles de playa correspondientes a la primera salida de campo, periodo 1, primavera se alcanzó realizar la capacitación a los funcionarios de las municipalidades distritales de El Alto, Los Órganos y Máncora, vinculados a las playas de Cabo Blanco, Vichayito – Los Órganos y Máncora respectivamente.

La realización de estas capacitaciones se constata con la lista de participantes (Anexo 4), y en la documentación de las fotografías (**Figura 33**, **Figura 34** y **Figura 35**). La capacitación a los funcionarios de la municipalidad distrital de El Alto se realizó con la participación de ocho (8) personas pertenecientes a la Gerencia de Desarrollo Económico, Gerencia de Turismo, Gerencia de Desarrollo Pesquero, Gerencia de Tributación, entre otros y además contamos con la presencia de un personal del IMARPE del proyecto merluza (Anexo 4).

***Figura 33**. Imagen fotográfica de la exposición de la primera sesión sobre los fundamentos teóricos y técnicos en el levantamiento de perfiles de playa, con la participación de los funcionarios de la municipalidad distrital de El Alto. Está reunión fue realizada el 03/11/2020 en el malecón de la playa Cabo Blanco frente a la estación del perfil PCBC, durante el primer periodo, primavera.*

***Figura 34**. Imagen fotográfica durante la exposición de la segunda sesión sobre la aplicación de los procedimientos para medir el perfil de playa, con la participación de los funcionarios de la municipalidad distrital de Los Órganos. Está reunión fue realizada el 04/11/2020 en la playa de la Caleta de Los Órganos, en la estación del perfil PORC durante el primer periodo, primavera.*

***Figura 35**. Imagen fotográfica durante la exposición de la segunda sesión sobre la aplicación de los procedimientos para medir el perfil de playa, con la participación de los funcionarios de la municipalidad distrital de Máncora. Está reunión fue realizada el 02/11/2020 en la playa de Máncora, frente a la estación del perfil PMAC durante el primer periodo, primavera.*

En el caso de la capacitación a los funcionarios de la municipalidad distrital de Los Órganos se contó con la participación de once (11) personas. Entre los asistentes, el personal pertenecía a las oficinas de Gestión Ambiental, Unidad Formuladora de Proyectos, como también asistieron regidores, fiscalizadores entre otros. Además se contó con la presencia de dos miembros del IMARPE (Anexo 4).

Durante la capacitación brindada a los funcionarios de la municipalidad distrital de Máncora se contó con la participación de ocho (8) personas, entre ellas pertenecientes a la División de Infraestructura y Desarrollo Urbano (DIDU) y al Departamento de Catastro y Control Urbano (DCCU).

Los resultados de la parte práctica realizada in situ se muestran en la información de los perfiles PCBC obtenida de la capacitación a los de El Alto, playa Cabo Blanco (**Figura 27**), PORC obtenida de la capacitación a los de Los Órganos (**Figura 28**), y PMAC obtenida de la capacitación a los de Máncora (**Figura 29**).

5.3.5.2. Capacitación sobre levantamiento de perfiles de playa durante el segundo periodo, verano

En esta etapa del levantamiento de perfiles de playa correspondiente a la segunda salida de campo, periodo 2, verano se alcanzó realizar la capacitación a los funcionarios de la municipalidad distrital de Chancay, municipalidad provincial de Huaura, y municipalidad distrital de Supe Puerto, que tienen jurisdicción en las playas asociadas con el área piloto de Punta Salina - Végueta.

La realización de estas capacitaciones se constata con la presentación de la lista de asistencia de los participantes (ver Anexo 5), y la documentación de las fotografías (**Figura 36**, **Figura 37** y **Figura 38**) obtenidas *in situ*. La capacitación a los funcionarios de la municipalidad distrital de Chancay se realizó con la asistencia de cinco (5) personas, entre las cuales se contó con la participación de la jefatura de manejo ambiental, oficina de promoción ambiental, oficina de educación ambiental, entre otros (Anexo 5).

En el caso de la capacitación a los funcionarios de la municipalidad provincial de Huaura se contó con la asistencia de dos (02) personas (**Figura 37**). El personal participante pertenece a la oficina de la Gerencia de gestión ambiental (Anexo 5).

Figura 36. *Imagen fotográfica sobre la exposición de la sesión la aplicación de método del levantamiento de perfiles de playa con la participación de los funcionarios de la municipalidad distrital de Chancay. Está reunión fue realizada en la misma playa de Chancay frente a la estación del perfil PCHB el 24 de diciembre de 2020.*

Figura 37. *Imagen fotográfica durante la exposición de la segunda sesión sobre la aplicación de los procedimientos para medir el perfil de playa, con la participación de los funcionarios de la municipalidad provincial de Huaura. Esta reunión fue realizada en la playa de Chorrillos, a la altura de la estación del perfil PHUC el 27 de diciembre de 2020.*

Durante la capacitación brindada a los funcionarios de la municipalidad distrital de Supe Puerto se contó con la participación de cinco (5) personas (**Figura 38**), entre ellas pertenecientes a la Sub Gerencia de Gestión Urbana y Rural (SGGUyR), Sub Gerencia de Servicios Públicos (SGSP), oficina de Gestión Ambiental (Anexo 5).

Los resultados de la parte práctica realizada in situ se muestran en la información de los perfiles PCHB obtenida de la capacitación a los de la municipalidad distrital de Chancay (**Figura 24.**), PHUC, obtenida de la capacitación a los de la municipalidad provincial de Huaura (**Figura 25**), y PLIA, obtenida de la capacitación a los de la municipalidad de Supe Puerto (**Figura 26**).

Figura 38. *Imagen fotográfica durante la exposición de la segunda sesión sobre la aplicación de los procedimientos para medir el perfil de playa, con la participación de los funcionarios de la municipalidad distrital de Supe Puerto. Esta reunión fue realizada en la playa La Isla del Faraón, frente a la estación del perfil PLIA el 28 de diciembre de 2020.*

5.4. Cambios de línea de costa

Luego de utilizar el software CoastSat y la aplicación Landsat Toolbox, y realizar algunas ediciones mínimas en el software ArcGIS, se obtuvieron las líneas de orilla para cada área de estudio de los periodos de primavera desde el año 1985 hasta el 2020, y verano desde el año 1986 hasta el 2021. Todas las líneas de orilla se usaron considerando la proyección WGS84 UTM-18S para las playas de las provincias de Lima y UTM-17S para las playas de la provincia de Talara, Piura. Como ejemplo, en las siguientes ilustraciones se muestran las líneas de orilla para los años obtenidos de los periodos de primavera y verano (**Figura 39** y **Figura 40**):

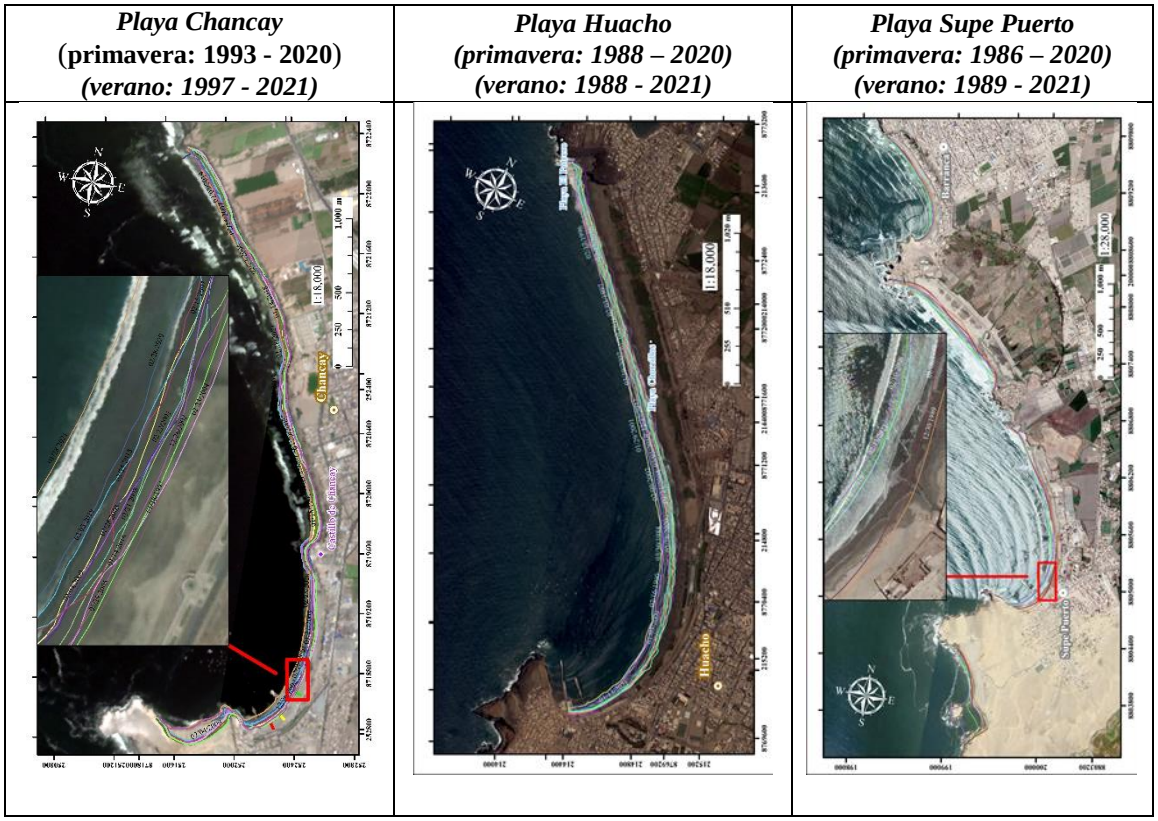


***Figura 39**. Líneas de orilla extraídas para las playas priorizadas en las provincias de Lima, en primavera (periodo 1) y verano (periodo 2).*

Las tasas de cambio de las líneas de orilla para las seis playas (6) han sido analizadas en términos del parámetro LRR, EPR, NSM y SCE (**APÉNDICE A-20** y **APÉNDICE A-22**). Los análisis de los resultados de los cambios de las líneas de orilla durante las primaveras para periodos largos se dan desde 1986 hasta 2020 para el caso de las playas de Chancay, Huacho, Supe Puerto (**Figura**

39), y periodos desde 1985 hasta 2020 en caso del Cabo Blanco, Vichayito- Los Órganos, y Máncora (**Figura 40**); los cuales son mostrados en el **APÉNDICE A-19** y **APÉNDICE A-20**. Los análisis de los resultados de los cambios de las líneas de orilla durante los veranos para periodos largos se dan desde 1988 hasta 2021 para el caso de las playas de Chancay, Huacho, Supe Puerto (**Figura 39**), y periodos desde 1986 hasta 2021 en caso del Cabo Blanco, Vichayito-Los Órganos, y Máncora (**Figura 40**); los cuales son mostrados en el **APÉNDICE A-21** y **APÉNDICE A-22**

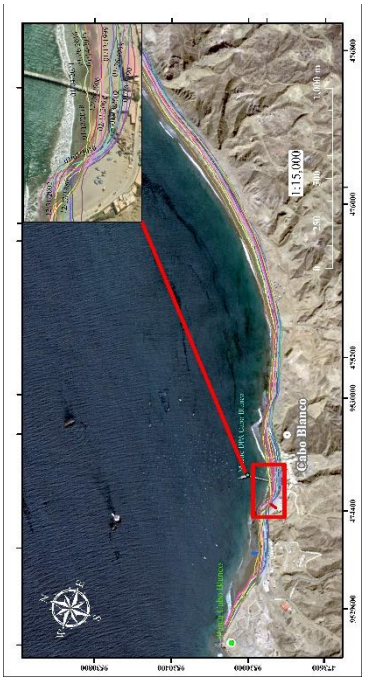
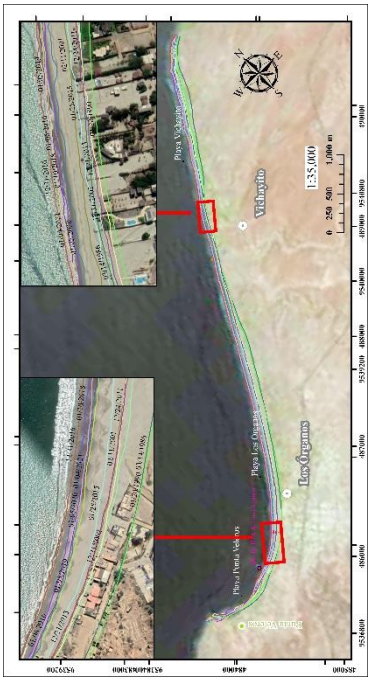
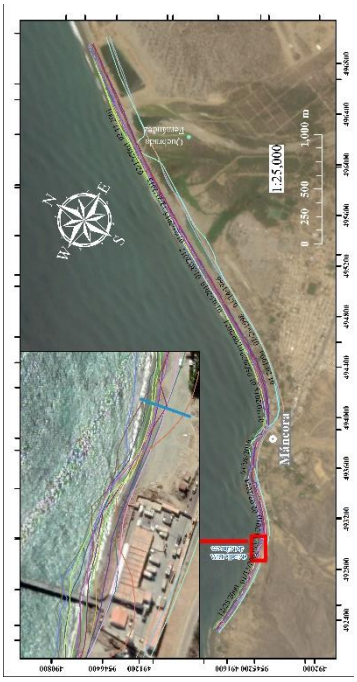
Playa Cabo Blanco **(primavera: 1985 – 2020)** **(verano: 1986 - 2021)**	***Playa Vichayito-Los Órganos*** ***(primavera: 1985 – 2020)*** ***(verano: 1986 - 2021)***	***Playa Máncora*** ***(primavera: 1986 – 2020)*** ***(verano: 1986 - 2021)***
		

Figura 40*. Líneas de orilla extraídas para las playas priorizadas en la provincia de Talara, Piura, en primavera (periodo 1) y verano (periodo 2).*

Los valores positivos de EPR y LRR representaron el cambio de la línea de orilla hacia el lado del mar (acreción), y los valores negativos indicaron que la línea de orilla cambia hacia tierra (erosión). Los resultados muestran que esta variación estuvo representada numéricamente por la desviación estándar (σ) y el coeficiente de variación (C.V.), los cuales miden la consistencia relativa y la variabilidad de las tasas de cambio.

Los resultados presentados en el **APÉNDICE A-19**, **APÉNDICE A-20**, **APÉNDICE A-21** y **APÉNDICE A-22** muestran que las tasas de erosión y acreción pueden ser consideradas

moderadas respectivamente. En estas zonas, la erosión y la acreción son influenciadas por la acción natural de las olas, que divergirán en el área de una bahía y convergen en las barras litorales debido a la refracción de las olas (Davidson-Arnott, 2010; Masselink *et al*., 2011).

5.4.1. Cambio de las líneas de orilla en las diferentes zonas del área piloto de Huacho (Punta Salinas - Végueta)

5.4.1.1. Cambio de la línea de orilla en la zona de playa en Chancay

Cambios de la línea de orilla en las playas de Chancay, primer periodo, primavera

La línea de orilla de la bahía Chancay se extendió sobre 5.23 km e incluyó 107 transectos, abarcando desde el promontorio al sur del muelle del Desembarcadero Pesquero Artesanal (DPA), que luego incluye la costa frente al Castillo de Chancay, seguido hacia el norte hasta un pequeño promontorio (**Figura 41**).

En la **Figura 41** se muestra la variabilidad espacial de los cambio de la línea de orilla en el área de estudio de la playa en Chancay. En términos generales, los resultados de largo plazo, muestran que la línea de orilla experimentó avances y retrocesos desde 1993 a 2020 durante los periodos de primavera, cuando todos los transectos fueron analizados con una tasa anual promedio de cambio de línea de orilla de 0.63 m (por el método de LRR). Según el método de la LRR, se observa que aproximadamente el 57.94 % de transectos a lo largo de la playa evidenció el avance la línea de orilla hacia el mar, mientras que el 42.06% de los transectos experimentó su retroceso (APÉNDICE A-19). La tasa promedio de cambio de la línea de orilla es de 0.63 (±1.35) m/año. Cabe indicar que la tasa promedio de avance de la línea de orilla para esta área de estudio es de 1.38 (±1.34) m/año, mientras que la tasa promedio de retroceso observada fue -0.40 (±0.20) m/año.

Espacialmente, se evidencia que los cambios de la línea de orilla en la costa de Chancay muestran tasas de desplazamiento con valores positivos, las cuales indican el avance hacia el mar de la línea de costa, en la porción sur y norte de la bahía. En estos tramos los valores máximos se muestran en el extremo más al sur. El avance de la línea de costa en dichos tramos demuestra la existencia de un patrón con esa tendencia. Los valores negativos de las tasas de desplazamiento suceden en los transectos en el tramo central de la bahía. El tramo central tiene inicio a la altura del *Castillo de Chancay* con dirección hacia el noroeste. Estas últimas observaciones sugieren la existencia

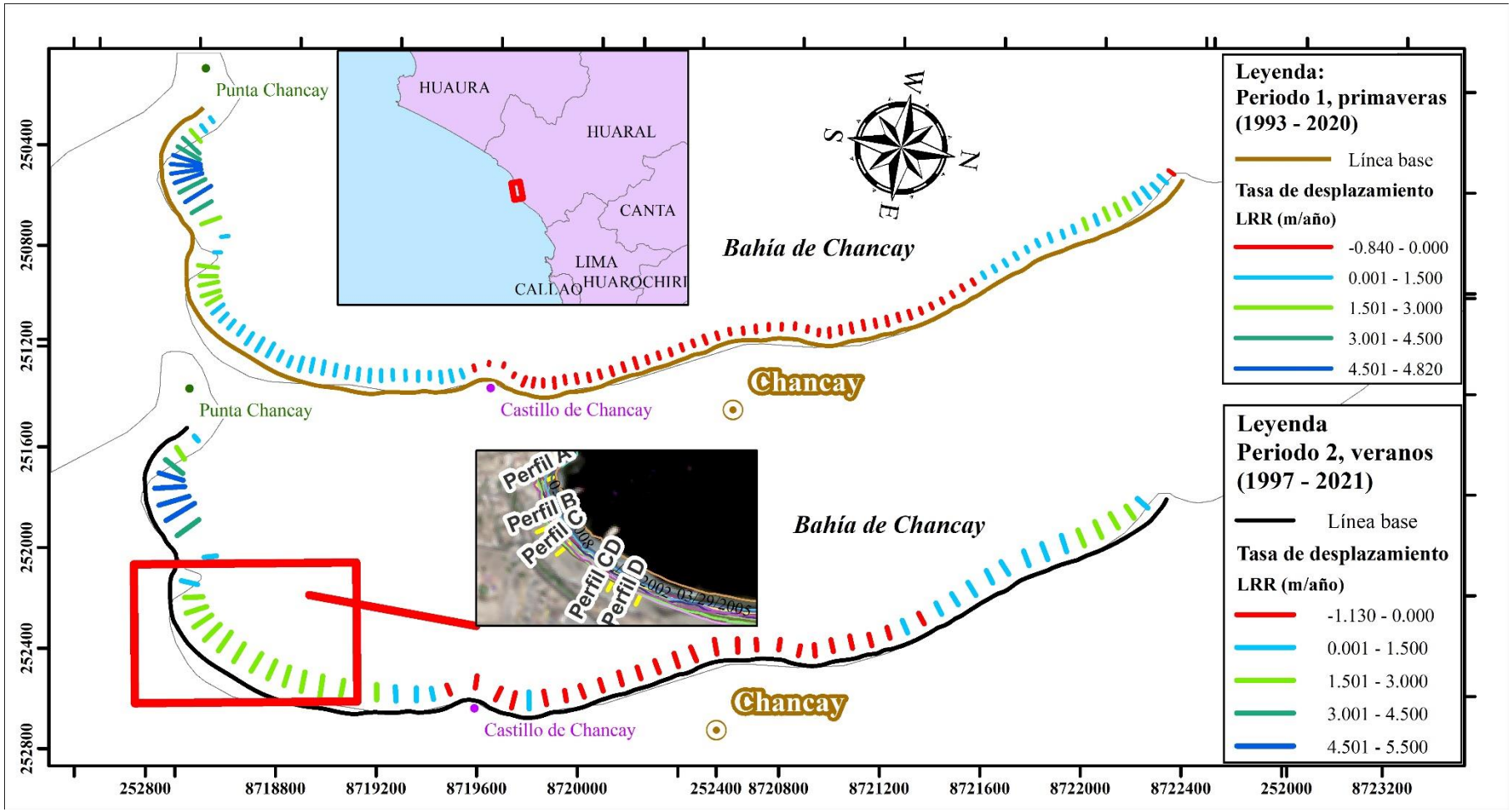


***Figura 41**. Mapa de la tasa de cambio de posición de las líneas de orilla en la playa de Chancay en las primaveras entre 1993 – 2020, y en los veranos entre 1997 - 2021.*

de un patrón con tendencia hacia el retroceso de la línea de orilla en esta porción de la costa (**Figura 41**).

Al comparar entre los dos métodos de las tasas de cambio de línea de orilla se observa que el valor promedio EPR (0.15 m/año) fue mucho menor que su valor LRR (0.63 m/año). El valor máximo (4.28 m/año) de EPR es ligeramente menor que el (4.82 m/año) de LRR, mientras que los valores mínimos de la tasa de cambio presentan signos negativos siendo mucho menor el de EPR que el de LRR. Cabe señalar que ambos valores promedios de los parámetros estadísticos EPR y LRR identificaron un patrón con tendencia ligeramente hacia el retroceso de la línea de orilla. Los valores de la desviación estándar de EPR y LRR son pequeños, mientas que los valores del coeficiente de variación de ambos parámetros presentan valores muy altos, indicando una alta heterogeneidad de los datos (APÉNDICE A-20).

El primer parámetro calculado, la amplitud del cambio de la línea de orilla (SCE) reporta los cambios de las líneas de orilla más cercana y más lejana a la línea base en cada transecto. En la **Figura 42** se muestra la variabilidad de la SCE en la zona de estudio a lo largo de la playa, donde el eje horizontal representa los transectos generados por el DSAS. Las amplitudes del cambio de la línea de orilla están medidas en metros, donde observamos que el máximo valor alcanza alrededor de los 120 m, mientras que el mínimo valor oscilan alrededor de los 10 m. Al tener en cuenta el margen de error estimado para esta zona, ±19.78 m (APÉNDICE A-23), se evidencia que la línea de orilla en esta zona de estudio es inestable, puesto que la mayoría de los valores de la amplitud de desplazamiento están por encima del margen de error. Para analizar de manera consistente el comportamiento de la línea de orilla, revisaremos a continuación los otros tres indicadores de los cambios de la línea de orilla.

El segundo indicador determinado es el Movimiento Neto de la línea de orilla (NSM), el cual muestra la distancia total desplazada por línea de orilla más reciente respecto a la línea de orilla más antigua, en cada transecto. Este parámetro a diferencia del anterior, muestra una cuantificación temporal del cambio de la línea de orilla. En la **Figura 42** se muestra el NSM con valores positivos que indican el avance hacia el mar de la línea de orilla, el cual es mayor al margen de error en las áreas cercanas a los extremos de la zona de estudio. Mientras que los valores negativos del NSM, que indican el retroceso de la línea de orilla, el cual se evidencia en la parte central de la zona de estudio, son cercanos al valor del margen de error estimado (APÉNDICE A-23). De las evidencias mencionadas, el retroceso de la línea de costa se atribuye principalmente como producto de la influencia de la marea. En cambio el avance de la línea de orilla estaría representando propiamente la acreción de arenas, principalmente en el extremo sur de la playa.

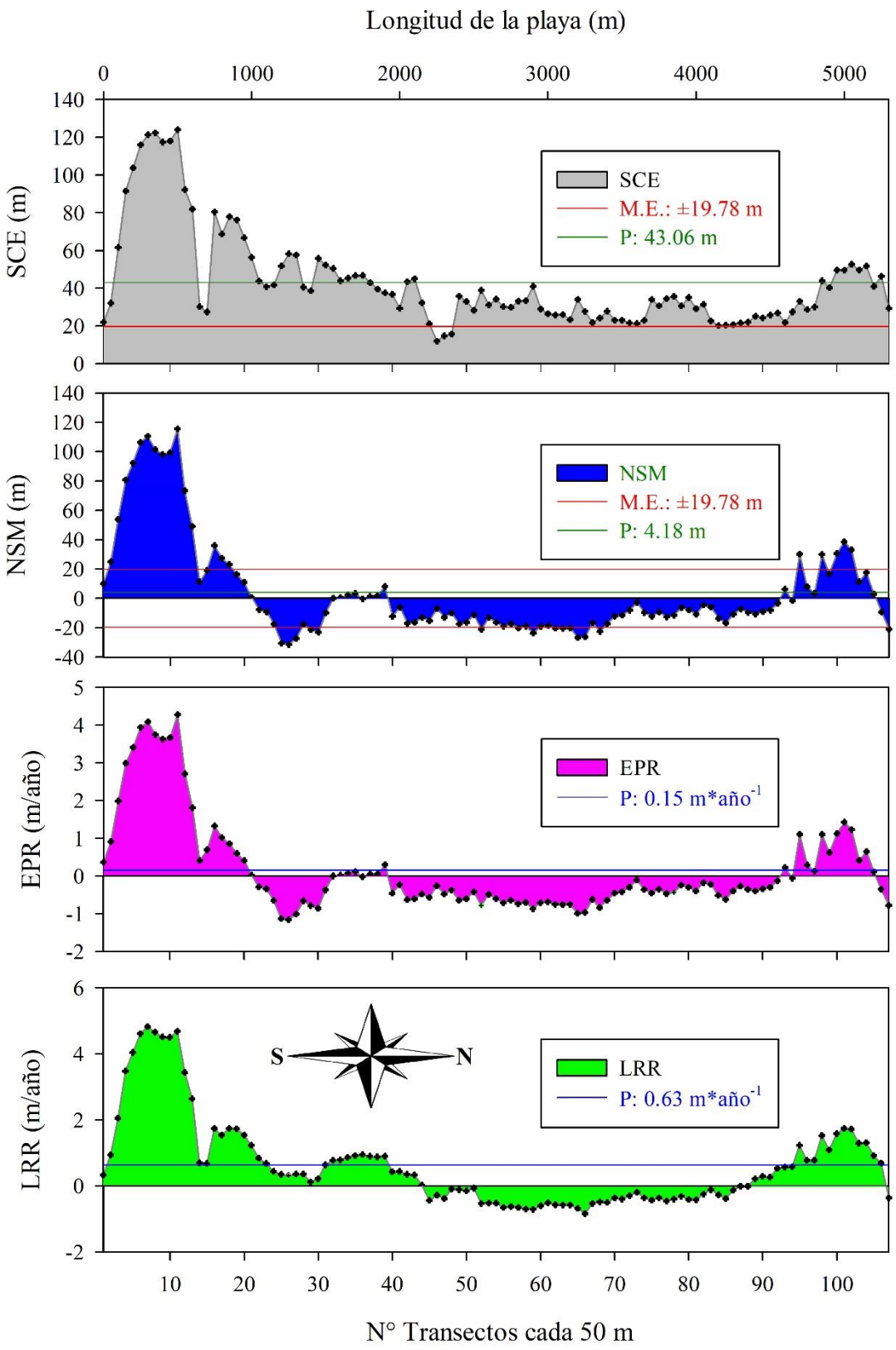


***Figura 42**. Variabilidad de los indicadores de cambio de la línea de orilla a lo largo de los transectos calculados por el DSAS en Chancay, para los periodos de primavera desde 1993 a 2020. Amplitud (SCE), Movimiento neto (NSM), Tasa de punto final (EPR), y Tasa por regresión lineal (LRR) del cambio de la línea de orilla. P, promedio, M.E, margen de error estimado.*

El tercer indicador es la Tasa de cambio final (EPR) la cual guarda relación con los indicadores mostrados anteriormente, y también con la Tasa de cambio por el método de regresión lineal (LRR), lo cual hace más consistente las observaciones. La EPR es consistente con la LRR, principalmente en los tramos donde ocurre un avance de la línea de orilla, adyacente a los extremos de la zona de estudio (**Figura 42**). En síntesis se obtiene que el tramo de playa con avance de la línea de orilla hacia el mar, se encuentra fuera del margen de error, mientras que el tramo con retroceso de la línea de orilla se encuentra dentro del margen de error estimado. Los hallazgos encontrados evidencian que en la zona evaluada de la playa de Chancay, para los periodos de primavera, el avance de la línea de orilla indica de forma consistente procesos y tendencia de acreción, mientras que el retroceso de la línea de orilla no indica procesos de erosión y es un efecto causado por las mareas, probablemente como cambios en sus oscilaciones (Davies, 1964, Davis & Hayes, 1984).

Cambios de la línea de orilla en playa de Chancay, segundo periodo, verano

La línea de orilla de la bahía Chancay se extendió sobre 5.20 km e incluyó un total de 66 transectos, abarcando desde el promontorio al sur del muelle del Desembarcadero Pesquero Artesanal (DPA), que luego incluye la costa frente al Castillo de Chancay, seguido hacia el norte hasta un pequeño promontorio (**Figura 41**).

En la **Figura 41** se muestra la variabilidad espacial de los cambio de la línea de orilla en el área de estudio de la playa Chancay. En términos generales, los resultados de largo plazo, muestran que la línea de costa experimentó su avance y retroceso desde 1997 hasta 2021 en los periodos de verano, cuando todos los transectos fueron analizados con una tasa anual promedio de cambio de línea de orilla de 0.95 m (por el método de LRR). Se observa que aproximadamente el 63.64 % de transectos a lo largo de la playa mostró el avance de la línea de orilla, mientras que aproximadamente el 36.36% de los transectos registran el retroceso (APÉNDICE A-21). La tasa promedio de cambio de la línea de orilla es de 0.95 (±1.59) m/año. Cabe indicar que la tasa promedio de avance de la línea de orilla para el esta área de estudio es de 1.80 (±1.38) m/año, mientras que la tasa promedio del retroceso fue -0.55 (±0.29) m/año.

De acuerdo al método de la LRR, los valores máximos se muestran en el extremo más al sur. El avance de la línea de costa en dichos tramos demuestra la existencia de un patrón con tendencia hacia el avance de la línea de orilla. Los valores negativos de las tasas de desplazamiento suceden en los transectos en el tramo central de la bahía. El tramo central tiene inicio a la altura del *Castillo de Chancay* con dirección hacia el noroeste. Estas últimas observaciones sugieren la existencia de un patrón con tendencia hacia el retroceso de la línea de orilla en esta porción de la costa (**Figura 41**).

Al comparar entre los dos métodos de las tasas de cambio de línea de orilla se observa que el valor promedio EPR (2.04 m/año) fue mucho mayor que su valor LRR (0.95 m/año). El valor máximo (5.27 m/año) de EPR es ligeramente menor que el (5.50 m/año) de LRR, mientras que los valores mínimos de la tasa de cambio presentan signos positivo (0.01) y negativo (-1.13) para el EPR y la LRR respectivamente, siendo mucho menor el segundo que el primero. Cabe señalar que ambos valores promedios de los parámetros estadísticos EPR y LRR identificaron un patrón con tendencia hacia el retroceso de la línea de orilla. Los valores de la desviación estándar de EPR y LRR son pequeños, mientas que los valores del coeficiente de variación de la EPR es menor de 80%, y el de la LRR es mayor, indicando este último la heterogeneidad de los datos (APÉNDICE A-22).

En la **Figura 43** se muestra la SCE en la zona de estudio para la estación de verano, donde el eje horizontal representa los transectos generados por el DSAS. Las amplitudes del cambio de la línea de orilla muestran que los máximos valores alcanzan alrededor de los 134 m, mientras que los mínimos valores oscilan alrededor de los 25 m. Al tener en cuenta el margen de error estimado para esta zona, de ±36.27 m (APÉNDICE A-24), se evidencia que la línea de orilla es inestable, puesto que la mayoría de los valores de la amplitud de desplazamiento están por encima del margen de error. A continuación analizamos el comportamiento de la línea de orilla, evaluando los otros tres indicadores de los cambios de la línea de orilla.

En la **Figura 43** se muestra que el NSM tiene únicamente valores positivos que indican el avance hacia el mar de la línea de orilla, los cuales son mayores al margen de error estimado (±36.27 m) en segmentos de playa ubicados en las áreas cercanas a los extremos de la zona de estudio. El NSM con valores mayor que el margen de error, corresponde a dos segmentos principalmente, uno entre el transecto #2 y el transecto #26, y el otro entre el transecto #52 y transecto #66. En el resto de transectos el avance de la línea de orilla se encuentra dentro del margen de error. Los segmentos con el avance de la línea de orilla mayor al margen de error, indican procesos de acreción de arenas.

El tercer indicador del cambio de la línea de orilla EPR, guarda relación con los indicadores mostrados anteriormente, pero cierta diferencia con la Tasa de cambio por el método de regresión lineal (LRR). La EPR es consistente con la LRR, principalmente en los tramos donde ocurre un avance de la línea de orilla mayor al margen de error, adyacente a los extremos de la zona de estudio (**Figura 43**). Mientras que ocurre diferencia entre el EPR y LRR en el segmento de playa ubicado en la parte central de la zona evaluada, es decir entre el transecto #27 y el transecto #52. Los hallazgos identificados en la zona de la playa evaluada en Chancay, para los periodos de verano, evidencian la existencia de procesos de sedimentación y tendencia hacia la acreción en los tramos ubicados en los extremos de la extensión de playa evaluada. Mientras que en el tramo

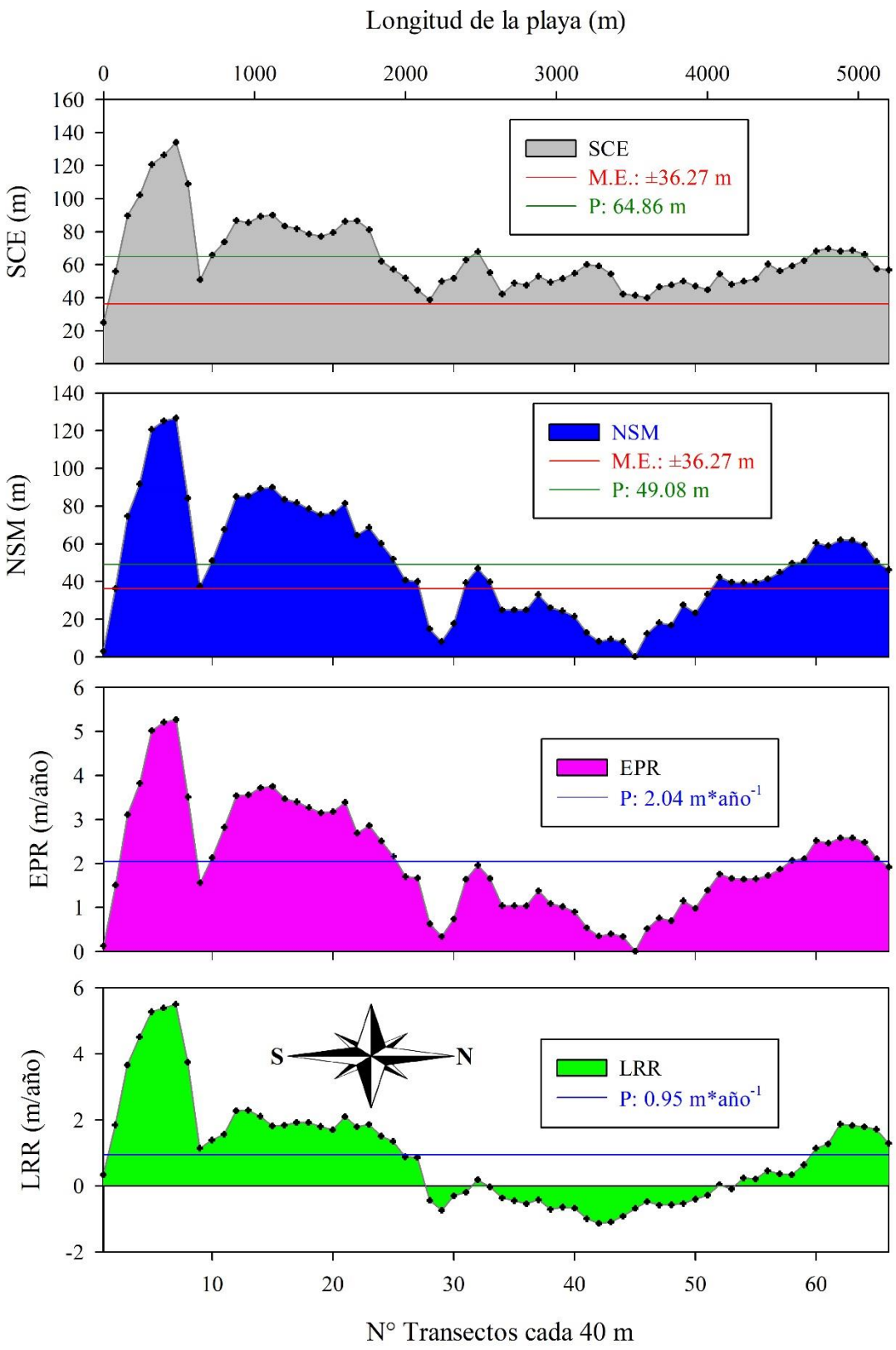


***Figura 43**. Variabilidad de los indicadores de cambio de la línea de orilla a lo largo de los transectos calculados por el DSAS en Chancay, para los periodos de verano desde 1997 a 2021. Amplitud (SCE), Movimiento neto (NSM), Tasa de punto final (EPR), y Tasa por regresión lineal (LRR) del cambio de la línea de orilla. P, promedio, M.E, margen de error estimado.*

de playa en la parte central, la tendencia hacia el retroceso de la línea de orilla, sería un efecto causado por las mareas, asociado con los cambios en sus oscilaciones (Davies, 1964, Davis & Hayes, 1984).

5.4.1.2. Cambios de la línea de orilla en la zona de playa en Huacho

Cambios de línea de orilla en playa de Huacho, primer periodo, primavera

Para los periodos de primavera desde 1988 hasta 2020, la línea de orilla en la zona evaluada de la bahía de Huacho se extendió sobre 4.17 km e incluyó 86 transectos, abarcando desde el promontorio al sur del muelle del Desembarcadero Pesquero Artesanal (DPA), hacia el norte y noroeste que incluye toda la costa de la *playa Chorrillos*, luego hacia el norte y noroeste hasta el promontorio que contiene encajonada la *playa El Portero* (**Figura 44**).

En la **Figura 44** se muestra la variabilidad espacial de los cambio de la línea de orilla en el área de estudio de la playa Huacho. Las tasas de desplazamiento con valores negativos, indican el retroceso hacia continente de la línea de orilla, y evidencian un patrón con esa tendencia. Todos los transectos fueron analizados con una tasa anual promedio de cambio de línea de orilla de -0.78 m (por el método de LRR). Se observa que aproximadamente el 98.84 % de transectos a lo largo de la playa presenta el retroceso de la línea de orilla, mientras que solo un transecto se registró el avance, representando el 1.16 % de todos los transectos (APÉNDICE A-19). La tasa promedio de cambio de la línea de orilla es de -0.78 (±0.63) m/año, con valores máximo de y mínimo de 0.03 m/año y -2.00 m/año respectivamente. Cabe indicar que la tasa promedio de erosión total para el esta área de estudio es de -0.79 (±0.63) m/año. En términos generales, los resultados de largo plazo, muestran que la línea de costa experimentó retroceso a lo largo de todo el litoral de la bahía desde 1988 a 2020 en el periodo de primavera (**Figura 44**).

Al comparar entre los dos métodos de las tasas de cambio de línea de orilla se observa que el valor promedio de la EPR (-0.26 m/año) fue mayor que el de la LRR (-0.78 m/año). El valor máximo (1.99 m/año) de la EPR es mayor que el (0.03 m/año) de la LRR, mientras que los valores mínimos de la tasa de cambio presentan signos negativos siendo menor el (-2.38 m/año) de la EPR que el (-2.00 m/año) de la LRR. Cabe señalar que ambos valores promedios de los parámetros estadísticos EPR y LRR identificaron un patrón con tendencia hacia el retroceso. Los valores de la desviación estándar de EPR y LRR son pequeños, mientas que los valores del coeficiente de variación de del EPR presenta valor alto (430.35 %), y el del de LRR presenta un valor de 81.33 %, indicando respectivamente una alta heterogeneidad y homogeneidad de los datos (APÉNDICE A-20).

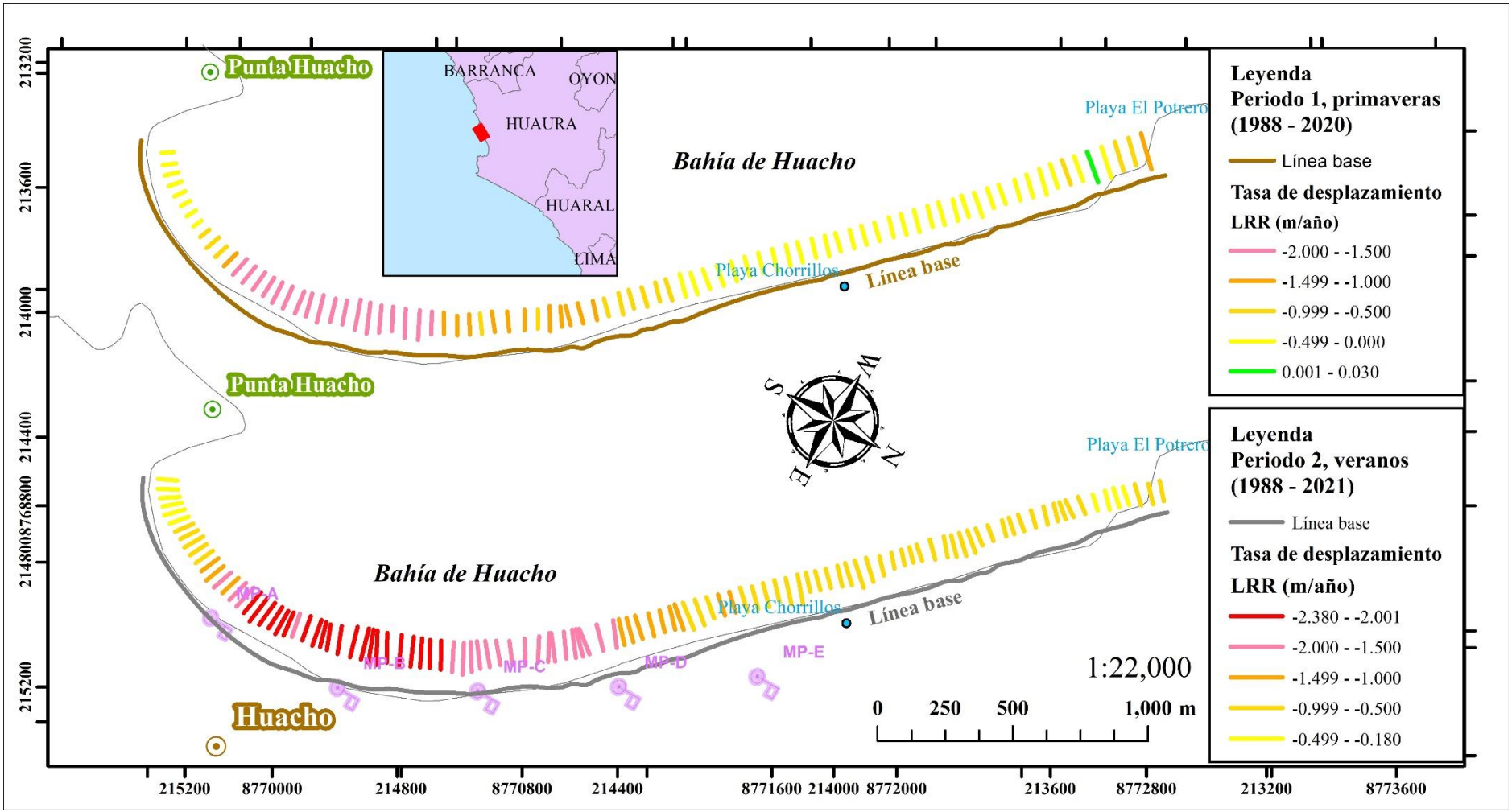


***Figura 44**. Mapa de la tasa de cambio de posición de las líneas de orilla en la playa de Huacho en las primaveras entre 1988 – 2020, y en los veranos entre 1988 - 2021.*

A continuación evaluamos y comparamos los cuatro indicadores (SCE, NSM, EPR y LRR) de los cambios de la línea de orilla en la playa de Huacho para los periodos de primavera desde 1988 hasta 2020. En la **Figura 45** se muestra la SCE en la zona de estudio, donde el eje horizontal representa los transectos generados por el DSAS. Las amplitudes del cambio de la línea de orilla presentan su máximo valor que alcanza alrededor de los 140 m, mientras su mínimo valor oscila alrededor de los 37 m, con un promedio de 80.32 m. Al tener en cuenta el margen de error estimado para esta playa, ±14.97 m (APÉNDICE A-23), se evidencia que la línea de orilla en esta zona de estudio es inestable. Todos los valores de la amplitud de desplazamiento, indican que el cambio de la línea de orilla está por encima del margen de error estimado. Para evaluar de manera consistente el comportamiento de la línea de orilla, analizamos a continuación los otros tres indicadores restantes.

En la **Figura 45** se muestra el NSM con valores positivos y negativos, los cuales indican respectivamente el avance y retroceso de la línea de orilla entre el año más antiguo (1988) y el año más reciente (2020) evaluados. El retroceso de la línea de orilla ocurre en un primer tramo empezando desde el sur en el transecto #1 hasta el transecto #49, y luego en un segundo tramo hacia el norte, la línea de orilla avanza hacia el mar, desde el transecto #50 hasta el extremo norte en el transecto #86. El movimiento neto de avance y retroceso de la línea de orilla es mayor que el error estimado, ±14.97 m (**APÉNDICE A-23**). El NSM presenta escasos valores menores al margen de error, indicando que la influencia de las mareas es mínima en el cambio de la línea de orilla. En tanto que el principal avance y retroceso de la línea de orilla representa claramente procesos de acreción y erosión respectivamente.

El tercer indicador EPR que representa la tasa de cambio final de la línea de orilla, guarda relación con los indicadores mostrados anteriormente, y también con la Tasa de cambio por el método de regresión lineal LRR, pero únicamente en el tramo donde la línea de orilla retrocede según el NSM. Mientras que en el tramo donde el cambio de la línea de orilla, indica un avance hacia el mar de acuerdo al NSM, esta no coincide con la LRR. Debido a que en la LRR se consideran líneas de orilla adicionales de fechas entre el año más antiguo y el año más reciente evaluados, se deduce que en el tramo en cuestión la tendencia hacia la erosión según la LRR, estaría reflejando más el comportamiento de las líneas de orilla no tan recientes, con una velocidad de erosión por debajo del promedio de toda la playa evaluada. (**Figura 45**). Las observaciones evidencian que en la zona evaluada de la playa de Huacho, para los periodos de primavera, suceden procesos de y tendencia hacia la erosión en un tramo sur, y al mismo tiempo un evento de acreción más reciente en el tramo hacia el norte, no obstante con una tendencia leve hacia la erosión (**Figura 44**).

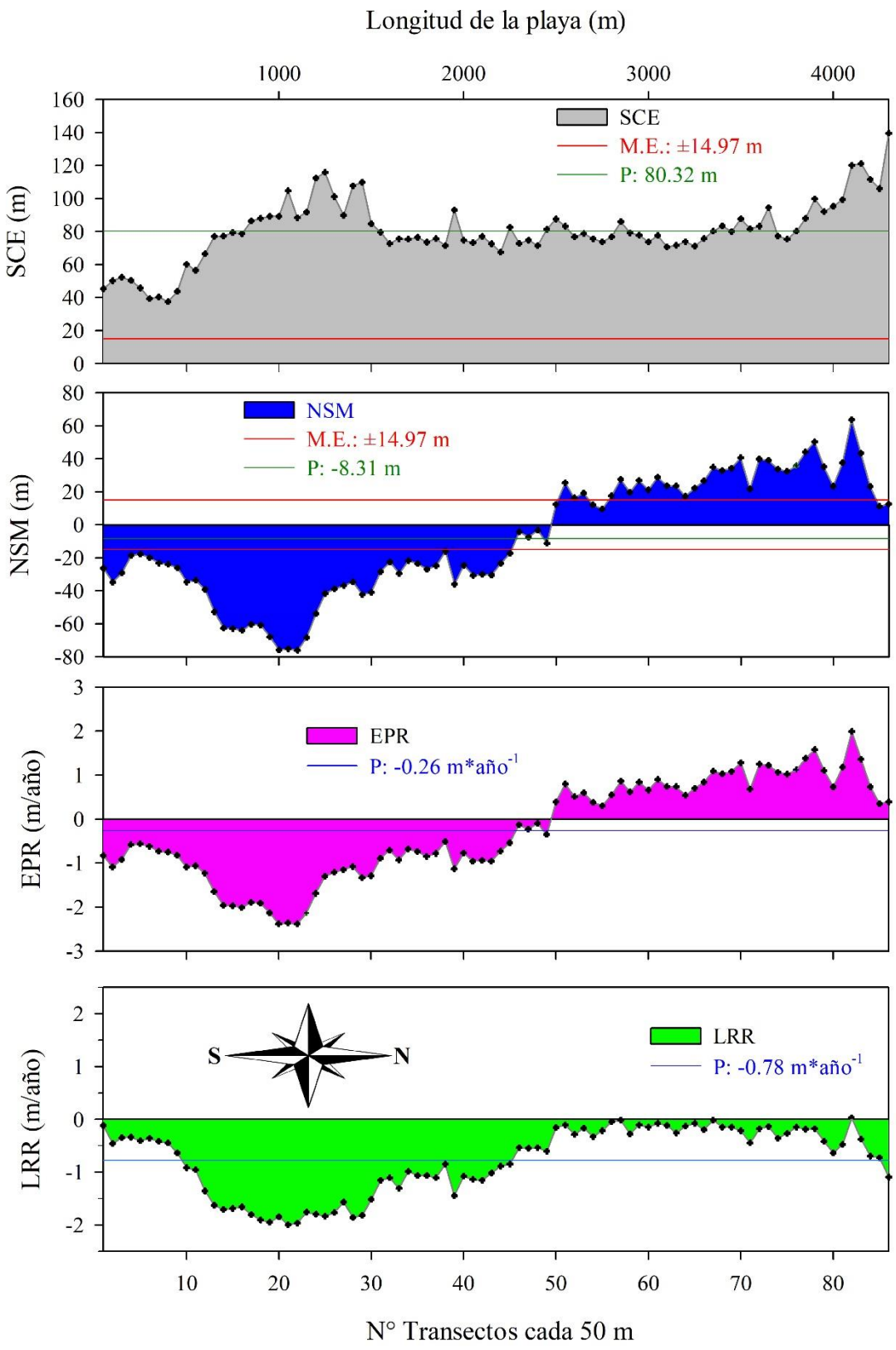


***Figura 45**. Variabilidad de los indicadores de cambio de la línea de orilla a lo largo de los transectos calculados por el DSAS en Huacho, para los periodos de primavera desde 1988 a 2020. Amplitud (SCE), Movimiento neto (NSM), Tasa de punto final (EPR), y Tasa por regresión lineal (LRR) del cambio de la línea de orilla. P, promedio, M.E, margen de error estimado.*

Cambios de línea de orilla en playa Huacho, segundo periodo, verano

Para los periodos de verano, desde 1988 hasta 2021, la línea de orilla evaluada en la bahía de Huacho, se extendió sobre 4.31 km e incluyó 109 transectos (APÉNDICE A-21), abarcando desde el promontorio al sur del muelle del Desembarcadero Pesquero Artesanal (DPA), hacia el norte y noroeste que incluye toda la costa de la *playa Chorrillos*, luego hacia el norte y noroeste hasta el promontorio que contiene encajada la *playa El Portero* (**Figura 44**).

En la **Figura 44** se muestra la variabilidad espacial de los cambio de la línea de orilla en el área de estudio de la playa Huacho. Las tasas de desplazamiento con valores negativos, indican el retroceso hacia continente de la línea de orilla, y evidencian un patrón con esa tendencia de retroceso. Todos los transectos fueron analizados con una tasa anual promedio de cambio de línea de orilla de -1.23 m (por el método de LRR). Se observa que el 100 % de transectos a lo largo del total de la línea de costa presenta el retroceso (APÉNDICE A-21). La tasa promedio de cambio de la línea de orilla es de -1.23 (±0.66) m/año, con valores máximo y mínimo de -0.18 y -2.38 m/año y -2.00 m/año respectivamente. Cabe indicar que la tasa promedio de retroceso de la línea de orilla es de -1.23 (±0.66) m/año. En términos generales, los resultados de largo plazo, muestran que la línea de costa experimentó retroceso a lo largo de todo el litoral de la bahía desde 1988 a 2021 en el periodo de verano (**Figura 44**).

Al comparar entre los dos métodos de las tasas de cambio de línea de orilla se observa que el valor promedio EPR (-1.42 m/año) fue menor que su valor LRR (-1.23 m/año). El valor máximo (0.32 m/año) de EPR es mayor que el (-0.18 m/año) de LRR, mientras que los valores mínimos de la tasa de cambio presentan signos negativos siendo menor el (-3.37 m/año) de la EPR que el (-2.38 m/año) de la LRR. Cabe señalar que ambos valores promedios de los parámetros estadísticos EPR y LRR identificaron un patrón con tendencia hacia el retroceso de la línea de orilla. Los valores de la desviación estándar de las EPR y LRR son pequeños, mientas que los coeficientes de variación de la EPR presenta el valor de -68.65 %, y el de la LRR presenta un valor de 53.64 %, indicando respectivamente una homogeneidad de los datos (APÉNDICE A-22).

En la **Figura 46**, el primer panel de la parte superior muestra la SCE en la zona de Huacho para la estación de verano, donde el eje horizontal representa los transectos generados por el DSAS. Las amplitudes del cambio de la línea de orilla muestran que los máximos valores alcanzan alrededor de los 127.32 m, mientras que los mínimos valores oscilan alrededor de los 58.26 m con un promedio de 88.05 m. Al tener en cuenta el margen de error estimado para esta zona, de ±17.57 m (APÉNDICE A-24), se evidencia que la línea de orilla en esta zona de estudio es inestable, puesto que la mayoría de los valores de la amplitud de desplazamiento están por encima

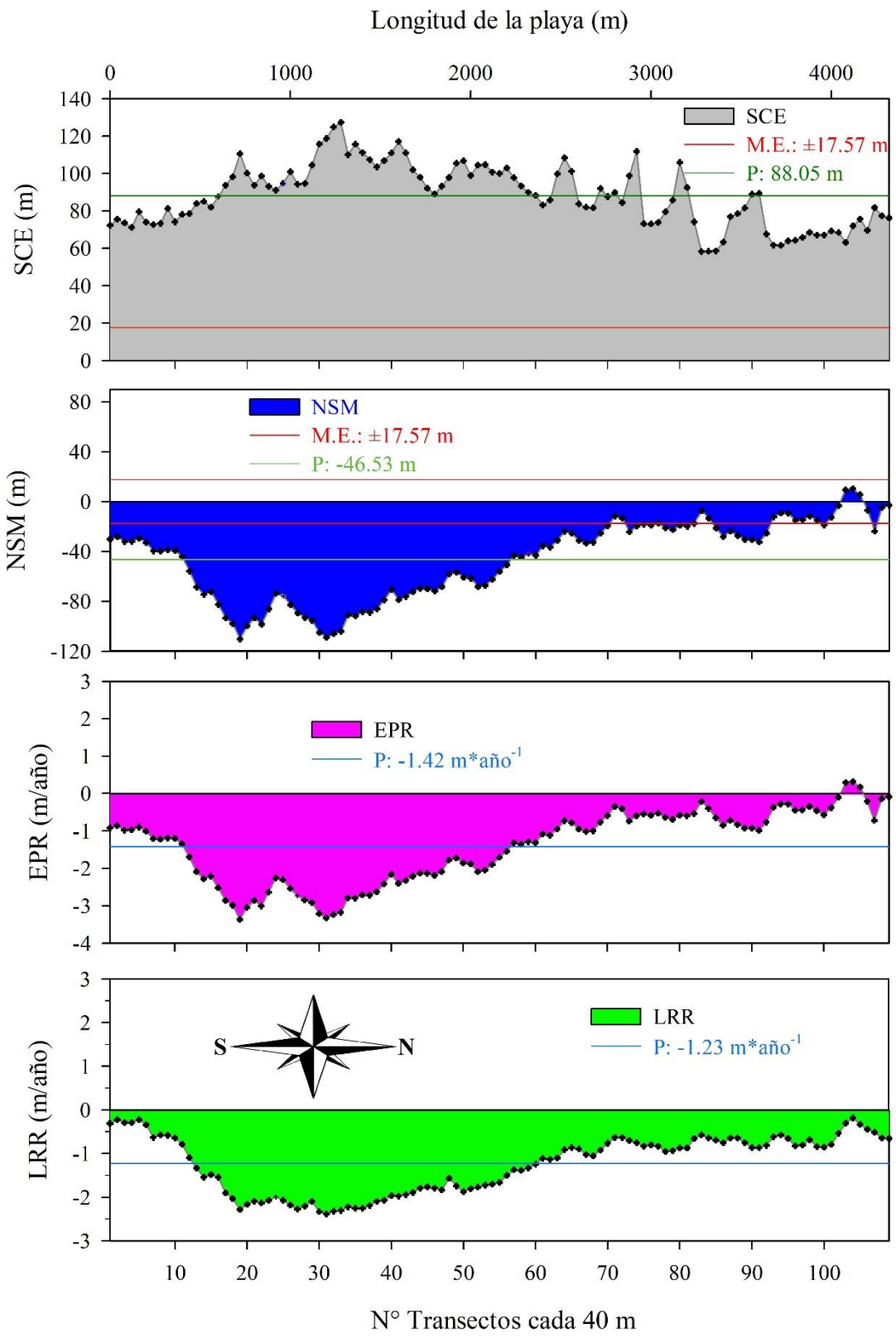


***Figura 46**. Variabilidad de los indicadores de cambio de la línea de orilla a lo largo de los transectos calculados por el DSAS en Huacho, para los periodos de verano desde 1988 a 2021. Amplitud (SCE), Movimiento neto (NSM), Tasa de punto final (EPR), y Tasa por regresión lineal (LRR) del cambio de la línea de orilla. P, promedio, M.E, margen de error estimado.*

del margen de error. A continuación analizamos el comportamiento de la línea de orilla, evaluando los otros tres indicadores de los cambios de la línea de orilla.

En la **Figura 46**, el segundo panel de arriba hacia abajo, muestra que el NSM tiene principalmente valores negativos que indican el retroceso de la línea de orilla, considerando únicamente las líneas de orilla del año 1988 y 2021. La mayoría de los transectos presentan el NSM con valores fuera del margen de error estimado (±17.57 m). El NSM con valores fuera (<17.57 m) del margen de error, ocurre principalmente de sur a norte desde el transecto #1 hasta el transecto #70, luego sucede de manera intermitente hacia el NW. El retroceso de la línea de orilla ocurre en el 97.25 % de los transectos. No obstante solo en el 80.73% de transectos el retroceso de la línea de orilla reflejaría procesos de erosión principalmente.

El tercer indicador del cambio de la línea de orilla EPR, guarda relación con los indicadores mostrados anteriormente, como también de manera relativa con la Tasa de cambio por el método de regresión lineal, LRR (**Figura 46**). La EPR presenta un promedio de -1.42 m/año, mientras que la LRR presenta un promedio de -1.23 m/año. Las observaciones encontradas en la zona evaluada de la playa de Huacho, para los periodos de verano, evidencian la existencia de procesos de erosión moderada (**Tabla 9**) hasta en cerca de un 81% de la longitud de la costa evaluada.

5.4.1.3. Cambios de la línea de orilla en la zona de playa en Supe

<u>Cambios de línea de orilla en playas de Supe, primer periodo, primavera</u>

Para los periodos de primavera desde 1986 hasta 2020, en esta zona de estudio se obtuvieron cuatro tramos de línea de costa donde se analizaron los cambios de la línea de orilla. Los tramos corresponden a la playa La Isla del Faraón, playa del Puerto, playas Atarraya-La Bandurria-El Colorado, y playas Puerto Chico-Miraflores-Chorrillos. En total entre los cuatro tramos de estudio, la línea de costa alcanzó los 6.26 km e incluyó un total de 127 transectos (APÉNDICE A-19, **Figura 47**).

En la **Figura 47** se muestra la variabilidad espacial de los cambio de la línea de orilla en las cuatro áreas de estudio asociadas con Supe Puerto. En términos generales, los resultados de largo plazo, muestran que la línea de costa experimentó avance y retroceso desde 1986 a 2020 durante los periodos de primavera, cuando todos los transectos de los cuatro tramos en conjunto fueron analizados con una tasa anual promedio de cambio de línea de orilla de 0.64 m (por el método de LRR). El avance de la línea de costa en dichos tramos demuestra la existencia de un patrón con esa tendencia (**Figura 47**). Se observa que aproximadamente el 80.31 % de transectos a lo largo

de la playa de todas las áreas en conjunto registró el avance de la línea de orilla, mientras que el 19.69 % de los transectos experimentó el retroceso (**APÉNDICE A-19**). La tasa promedio de cambio de la línea de orilla es de 0.64 (±0.79) m/año. Cabe indicar que la tasa promedio de avance de la línea de orilla para esta zona de estudio es de 0.87 (±0.70) m/año, mientras que la tasa promedio de retroceso observado es de -0.30 (±0.33) m/año.

Al comparar entre los dos métodos de las tasas de cambio de línea de orilla se observa que el valor promedio de la EPR (0.16 m/año) es menor que el de la LRR (0.64 m/año). El valor máximo (2.60 m/año) de la EPR es similar que el (2.65 m/año) de la LRR, mientras que los valores mínimos de la tasa de cambio presentan signos negativos siendo menor el de la EPR (-1.67 m/año) que el de la LRR (-1.03 m/año). Cabe señalar que ambos valores promedios de los parámetros estadísticos EPR y LRR identificaron un patrón con tendencia hacia el avance de la línea de orilla. Los valores de la desviación estándar de EPR y LRR son pequeños (1.18 y 0.79 respectivamente), mientras que el coeficiente de variación de ambos parámetros presentan valores altos y muy altos respectivamente, indicando una alta heterogeneidad de los datos (APÉNDICE A-20).

En el análisis por tramos, tenemos que en la zona de la playa La Isla del Faraón, la línea de costa alcanzó 0.95 km e incluyó un total de 19 transectos; la playa en el Puerto de Supe presentó una línea de costa de 2.22 km con un total de 45 transectos. Mientras que en el tramo de las playas Atarraya-La Bandurria-El Colorado, la línea de costa alcanzó 1.66 km que incluyó un total de 34 transectos. El tramo con las playas Puerto Chico-Miraflores-Chorrillos presenta una línea de costa que alcanza los 1.43 km e incluyó un total de 29 transectos (**Tabla 23**).

Playa La Isla del Faraón

En la **Figura 47** se muestra la variabilidad espacial de los cambio de la línea de orilla en la playa La Isla del Faraón. Desde 1986 a 2020 durante los periodos de primavera, la playa de La Isla del Faraón presenta una tasa anual promedio de cambio de línea de orilla de 1.00 m (por el método de LRR). Se observa que aproximadamente el 84.21 % de transectos a lo largo de la playa, muestra el avance de la línea de orilla, mientras que aproximadamente el 15.79 % de los transectos experimentó el retroceso (**Tabla 23**). La tasa promedia de cambio de la línea de orilla es de 1.00 (±0.81) m/año. Cabe indicar que la tasa promedia de avance de la línea de orilla para esta zona de estudio es de 1.21 (±0.70) m/año, mientras que la tasa promedia de retroceso es de -0.09 (±0.07) m/año.

***Tabla 23**. Resumen de los cálculos de las tasas de cambio de las líneas de orilla en las playas asociadas con la zona de estudio de Supe Puerto, durante las estaciones de primavera entre 1986-2020.*

Estadístico\playas	**La Isla del Faraón**	**Puerto**	**Atarraya, La Bandurria, El Colorado**	**Puerto Chico-Miraflores-Chorrillos**
Número total de transectos	*19*	*45*	*34*	*29*
Longitud de la línea de orilla (km)	*0.95*	*2.22*	*1.66*	*1.43*
Número de transectos donde se registró retroceso	*3*	*12*	*3*	*7*
Número de transectos donde se registró avance	*16*	*33*	*31*	*22*
% de transectos donde se registró retroceso	*15.79*	*26.67*	*8.82*	*24.14*
% de transectos donde se registró avance	*84.21*	*73.33*	*91.18*	*75.86*
Tasa promedio de cambio de la línea de orilla (m/año)	*1.00*	*0.30*	*1.33*	*0.10*
Tasa máxima de cambio de la línea de orilla (m/año)	*2.65*	*1.73*	*1.93*	*0.35*
Tasa mínima de cambio de la línea de orilla (m/año)	*-0.17*	*-1.03*	*-0.61*	*-0.34*
Desviación estándar (m/año)	*0.81*	*0.70*	*0.63*	*0.17*
Tasa promedio de retroceso (m/año)	*-0.09*	*-0.48*	*-0.22*	*-0.10*
Desviación estándar (m/año)	*0.07*	*0.36*	*0.34*	*0.12*
Tasa promedio de avance (m/año)	*1.21*	*0.59*	*1.48*	*0.17*
Desviación estándar (m/año)	*0.70*	*0.55*	*0.41*	*0.12*

Al comparar entre los dos métodos de las tasas de cambio de línea de orilla se observa que el valor promedio de la EPR (-0.26 m/año) fue mucho menor que su el de la LRR (1.00 m/año). El valor máximo (0.80 m/año) de la EPR es menor que el (2.65 m/año) de la LRR, mientras que el valor mínimo de la tasa de cambio presenta signo negativo siendo menor el de la EPR (-1.20 m/año)

que el de la LRR (-0.17 m/año). Los valores de la desviación estándar de la EPR y LRR son pequeños (0.62 y 0.81 respectivamente), mientas que el coeficiente de variación de ambos parámetros presentan valores altos, indicando una alta heterogeneidad de los datos (**Tabla 24**).

Playa Puerto de Supe

En la **Figura 47** se muestra la variabilidad espacial de los cambio de la línea de orilla en la playa Puerto de Supe, desde 1986 a 2020. Se observa que aproximadamente el 73.33 % de transectos a lo largo de la playa, mostró avance de la línea de orilla, mientras que aproximadamente el 26.67 % de los transectos experimentó el retroceso (**Tabla 23**). La tasa promedio de cambio de la línea de orilla es de 0.30 (±0.70) m/año. Cabe indicar que la tasa promedio de avance total para esta zona de estudio es de 0.59 (±0.55) m/año, mientras que la tasa promedio de retroceso observado es de -0.48 (±0.36) m/año.

Al comparar entre los dos métodos de las tasas de cambio de línea de orilla se observa que el valor promedio de la EPR (-0.77 m/año) fue mucho menor que el de la LRR (0.30 m/año). El valor máximo (0.94 m/año) de la EPR es menor que el (1.73 m/año) de la LRR, mientras que los valores mínimos de la tasa de cambio presentan signos negativos siendo menor el de la EPR (-1.67 m/año) que el de la LRR (-1.03 m/año). Los valores de la desviación estándar de EPR y LRR son pequeños (0.62 y 0.81 respectivamente), mientas que el coeficiente de variación de ambos parámetros presentan valores altos, indicando una alta heterogeneidad de los datos (**Tabla 24**).

Playa Atarraya, La Bandurria, El Colorado

En la **Figura 47** se muestra la variabilidad espacial de los cambio de la línea de orilla en la playa Atarraya, La Bandurria, El Colorado, desde 1986 a 2020. Se observa que los transectos casi por completo presentan valores positivos en la tasa de desplazamiento de la línea de orilla, indicando una tendencia hacia el avance hacia el mar. Se observa que aproximadamente el 91.18 % de transectos a lo largo de la línea de orilla de esta playa, mostró el avance de la línea de orilla, mientras que aproximadamente el 8.82 % de los transectos experimentó el retroceso (**Tabla 23**). La tasa promedio de cambio de la línea de orilla es de 1.33 (±0.63) m/año. Cabe indicar que la tasa promedio de avance de la línea de orilla en esta playa de estudio es de 1.48 (±0.41) m/año, mientras que la tasa promedio de retroceso es de -0.22 (±0.34) m/año.

Al comparar entre los dos métodos de las tasas de cambio de línea de orilla se observa que el valor promedio de la EPR (1.75 m/año) es mayor que el de la LRR (1.33 m/año). El valor máximo (2.60 m/año) de la EPR es mayor que el (1.93 m/año) de la LRR, mientras que el valor mínimo de la tasa de cambio el de la EPR (0.04 m/año) es mayor que el de la LRR (-0.61 m/año). Los valores

de la desviación estándar de EPR y LRR son pequeños (0.68 y 0.63 respectivamente), y el coeficiente de variación de ambos parámetros presentan valores pequeños, indicando que los datos son homogéneos (**Tabla 24**).

Playa Puerto Chico, Miraflores, Chorrillos

En la **Figura 47** se muestra la variabilidad espacial de los cambio de la línea de orilla en la playa Puerto Chico, Miraflores, Chorrillos, desde 1986 a 2020. Se observa que los transectos en su mayoría presentan valores positivos en la tasa de desplazamiento de la línea de costa, indicando una tendencia en ese sentido. Se observa que aproximadamente el 75.86 % de transectos a lo largo de la línea de orilla de esta playa, mostró el avance de la línea de orilla, mientras que aproximadamente el 24.14 % de los transectos experimentó el retroceso (**Tabla 23**). La tasa promedio de cambio de la línea de orilla es de 0.10 (±0.17) m/año. Cabe indicar que la tasa promedio de avance de la línea de orilla para esta playa de estudio es de 0.17 (±0.12) m/año, mientras que la tasa promedio de retroceso es de -0.10 (±0.12) m/año.

Al comparar entre los dos métodos de las tasas de cambio de línea de orilla se observa que el valor promedio de la EPR (0.001 m/año) fue menor que el de la LRR (0.10 m/año). El valor máximo (0.54 m/año) de la EPR es mayor que el (0.35 m/año) de la LRR, mientras que el valor mínimo de la tasa de cambio, EPR (-1.12 m/año) es menor que el de la LRR (-0.34 m/año). Los valores de la desviación estándar de la EPR y LRR son pequeños (0.36 y 0.17 respectivamente), mientas que el coeficiente de variación de ambos parámetros presentan valores bien altos, indicando que los datos son muy heterogéneos (**Tabla 24**).

A continuación evaluamos y comparamos los cuatro indicadores (SCE, NSM, EPR y LRR) de los cambios de la línea de orilla en las playas asociadas con Supe, de los periodos de primavera desde 1986 hasta 2020. En la **Figura 48** se muestra la SCE en la zona de estudio, donde el eje horizontal representa los transectos generados por el DSAS. Las amplitudes del cambio de la línea de orilla alcanzan el máximo valor con 233.88 m, mientras que el mínimo valor alcanza los 8.7 m, con un promedio de 64.37 m. Al tener en cuenta que el margen de error estimado para esta playa es de ±19.79 m (**APÉNDICE A-23**), se evidencia que la línea de orilla es altamente inestable en las playas de La Isla del Faraón, Puerto de Supe y Atarraya-La Bandurria-El Colorado, mientras es ligeramente inestable en la playa Puerto Chico-Chorrillos. Para evaluar de manera consistente el comportamiento de la línea de orilla, analizamos a continuación los otros tres indicadores restantes.

***Tabla 24**. Desplazamientos promedio (m) y tasas promedio de desplazamientos (m/año) de las líneas de orilla en las playas asociadas con Supe Puerto durante las estaciones de primavera entre 1986 – 2020.*

	La Isla del Faraón				**Puerto de Supe**				**Atarraya, La Bandurria, El Colorado**				**Puerto Chico-Miraflores-Chorrillos**			
	SCE	NSM	EPR	LRR	SCE	NSM	EPR	LRR	SCE	NSM	EPR	LRR	SCE	NSM	EPR	LRR
$\bar{x}$	107.65	-8.74	-0.26	1.00	73.55	-26.05	-0.77	0.30	63.58	56.11	1.75	1.33	22.66	0.06	0.00	0.10
Máx.	233.88	27.30	0.80	2.65	117.94	32.05	0.94	1.73	83.33	83.33	2.60	1.93	35.89	17.15	0.54	0.35
Mín.	55.04	-40.65	-1.20	-0.17	39.49	-56.55	-1.67	-1.03	13.26	1.22	0.04	-0.61	8.68	-35.89	-1.12	-0.34
(σ)	68.79	21.06	0.62	0.81	26.98	23.23	0.68	0.70	15.75	21.85	0.68	0.63	6.43	11.68	0.36	0.17
C.V. (%)	63.90	-240.94	-241.27	80.26	36.68	-89.18	-89.13	228.64	24.77	38.95	38.94	47.53	28.38	20519.91	35217.86	160.58

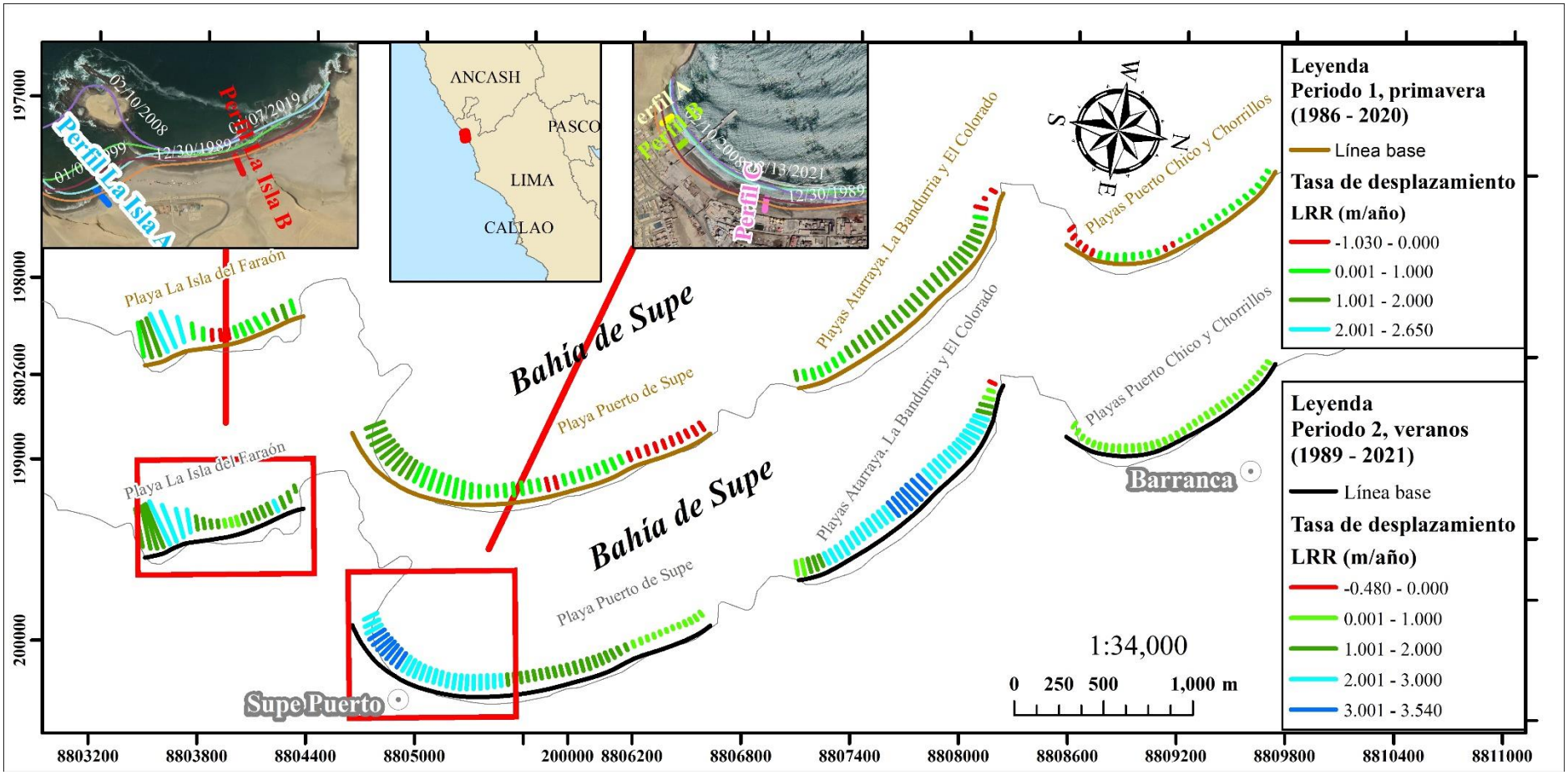


***Figura 47**. Mapa de la tasa de cambio de posición de las líneas de orilla en la playa de Supe Puerto, durante las primaveras entre 1986 – 2020, y durante los veranos entre 1989 – 2021.*

En la **Figura 48** se muestra el NSM con valores positivos y negativos, los cuales indican respectivamente el avance y retroceso de la línea de orilla entre el año más antiguo (1986) y año más reciente (2020) evaluados. El retroceso de la línea de orilla ocurre en mayor medida en la playa de Puerto de Supe seguida por la playa La Isla del Faraón al SE y las playas de Puerto Chico y Chorrillos hacia el NO. Mientras que en las playas de Atarraya-La Bandurria-El Colorado el NSM muestra un avance de la línea de orilla. El movimiento neto de retroceso y avance de la línea de orilla se encuentra fuera del margen de error, ±19.79 m (**APÉNDICE A-23**) principalmente y en mayor medida en las playas de Puerto Supe y en las playas de Atarraya-La Bandurria-El Colorado respectivamente. Mientras que el retroceso de la línea de orilla en la playa La Isla del Faraón se encuentra fuera del margen de error, aproximadamente en un tramo central de la playa, y en la Playa Puerto Chico y Chorrillos en el tramo al extremo SE.

El tercer indicador EPR que representa la tasa de cambio final de la línea de orilla, guarda relación consistente con los indicadores (SCE y NSM) mostrados anteriormente en todas las playas evaluadas. Mientras que la EPR y la LRR, es consistente principalmente en la playa Atarraya-La Bandurria-El Colorado y en la playa Puerto Chico-Chorrillos. La consistencia entre la LRR y la EPR disminuye en la playa La Isla del Faraón y es menor en la playa Puerto de Supe. En promedio (0.64 m/año) existe una tendencia hacia el avance de la línea de orilla considerando todas las playas evaluadas en conjunto (**Figura 48**).

Sin embargo evaluando cada playa de forma individual se evidencia que a lo largo de toda la playa Atarraya-La Bandurria-El Colorado, los cambios de la línea de orilla reflejan procesos de acreción, el proceso de erosión de mayor magnitud se evidencia en la playa Puerto de Supe desde el transecto #30 hasta el transecto #64 hacia el NO, considerando una balance neto entre los años 1986 y 2020. No obstante al considerar la LRR, se evidencia que la tendencia hacia la erosión ocurren entre los transectos #55 y #65 en el extremo NO, mientras que la tendencia hacia la acreción ocurre en el extremo SE. Finalmente la erosión es menor en la playa La Isla del Faraón y la playa Puerto Chico-Chorrillos (**Figura 47** y **Figura 48**). En términos generales, considerando todas las playas en conjunto, el avance de la línea de orilla que refleja procesos de acreción sucede en un 28.35% del total transectos analizados, mientras que el retroceso de la línea de orilla que refleja procesos de erosión sucede en el 33.86%. El resto de transectos registran cambios de la línea de orilla, por efecto de las oscilaciones de las mareas.

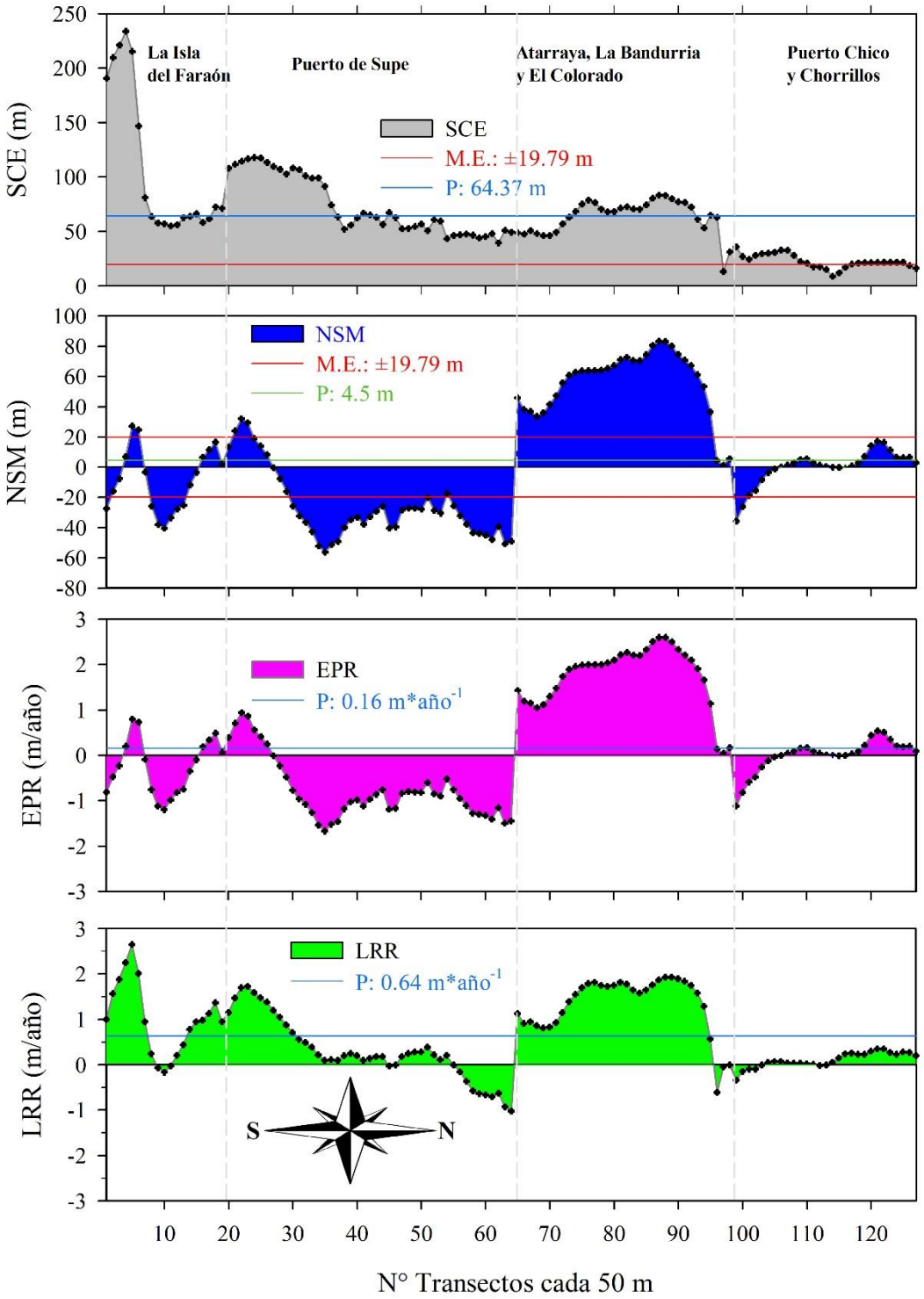


***Figura 48**. Variabilidad de los indicadores de cambio de la línea de orilla a lo largo de los transectos calculados por el DSAS en Supe, para los periodos de primavera desde 1986 a 2020. Amplitud (SCE), Movimiento neto (NSM), Tasa de punto final (EPR), y Tasa por regresión lineal (LRR) del cambio de la línea de orilla. P, promedio, M.E, margen de error estimado.*

Cambios de línea de orilla en playas de Supe, segundo periodo, verano

Para los periodos de verano desde 1989 hasta 2021, en esta zona de estudio se obtuvieron cuatro tramos de línea de costa donde se analizaron los cambios de la línea de orilla. Los tramos corresponden a la playa La Isla del Faraón, playa del Puerto, playas Atarraya-La Bandurria-El Colorado, y playas Puerto Chico-Miraflores-Chorrillos. En total entre los cuatro tramos de estudio, la línea de costa alcanzó los 6.61 km e incluyó un total de 158 transectos (APÉNDICE A-21, **Figura 47**).

En la **Figura 47** se muestra la variabilidad espacial de los cambios de la línea de orilla en las cuatro áreas de estudio asociadas con Supe Puerto. En términos generales, los resultados de largo plazo, muestran que la línea de costa experimentó su avance y retroceso desde 1989 a 2021 en los periodos de verano, cuando todos los transectos de los cuatro tramos en conjunto fueron analizados con una tasa anual promedio de cambio de línea de orilla de 1.67 m (por el método de LRR). De acuerdo al método de la LRR, se observa que aproximadamente el 99.37% de transectos a lo largo de la línea de orilla de todas las áreas en conjunto mostró el avance de la línea de orilla, mientras que aproximadamente el 0.63% de los transectos experimentó el retroceso (**APÉNDICE A-21**). La tasa promedio de cambio de la línea de orilla es de 1.67 (±0.93) m/año. Cabe indicar que la tasa promedio del avance de la línea de orilla para esta zona de estudio es de 1.69 (±0.92) m/año, mientras que la tasa promedia de retroceso es de -0.48 m/año.
Al comparar entre los dos métodos de las tasas de cambio de línea de orilla se observa que el valor promedio de la EPR (1.60 m/año) es menor que el de la LRR (1.67 m/año). El valor máximo (3.90 m/año) de la EPR es relativamente mayor que el (3.54 m/año) de la LRR, mientras que el valor mínimo de la tasa de cambio presenta signo negativo siendo menor el de la EPR (-1.12 m/año) que el de la LRR (-0.48 m/año). Cabe señalar que ambos valores promedios de los parámetros estadísticos EPR y LRR identificaron un patrón con tendencia hacia el avance de la línea de orilla. Los valores de la desviación estándar de EPR y LRR son pequeños (1.06 y 0.93 respectivamente), mientas que los valores del coeficiente de variación de ambos parámetros son menores que el 80%, indicando una alta homogeneidad de los datos (APÉNDICE A-22).

En el análisis por tramos, tenemos que en la zona de la playa La Isla del Faraón, la línea de costa alcanzó 0.93 km e incluyó un total de 24 transectos; la playa en el Puerto de Supe presentó una línea de costa con 2.24 km con un total de 57 transectos. Mientras que en el tramo de las playas Atarraya-La Bandurria-El Colorado, la línea de costa alcanzó 1.65 km que incluyó un total de 42 transectos. El tramo con las playas Puerto Chico-Miraflores-Chorrillos presenta una línea de costa que alcanza los 1.37 km e incluyó un total de 35 transectos (**Tabla 25**).

Playa La Isla del Faraón

En la **Figura 47** se muestra la variabilidad espacial de los cambio de la línea de orilla en la playa La Isla del Faraón. Desde 1989 a 2021 en los periodos de verano, la playa de La Isla del Faraón presenta una tasa anual promedio de cambio de línea de orilla que alcanza a 1.60 m (por el método de LRR). Se observa que el 100 % de transectos a lo largo de la línea de orilla de esta playa, mostró un avance de la línea de orilla (**Tabla 25**). La tasa promedia de cambio de la línea de orilla de acuerdo al método de la LRR, es de 1.60 (±0.44) m/año. Cabe indicar que la tasa promedia de avance de la línea de orilla para esta zona de estudio es de 1.60 (±0.44) m/año.

***Tabla 25**. Resumen del cálculo de las tasas de cambio de las líneas de orilla en las playas asociadas con la zona de estudio en Supe Puerto, durante las estaciones de verano entre 1986-2021.*

Estadístico\playas	**La Isla del Faraón**	**Puerto**	**Atarraya, La Bandurria, El Colorado**	**Puerto Chico-Miraflores-Chorrillos**
Número total de transectos	*24*	*57*	*42*	*35*
Longitud de la línea de orilla (km)	*0.93*	*2.24*	*1.65*	*1.37*
Número de transectos donde se registró retroceso	*0*	*0*	*1*	*0*
Número de transectos donde se registró avance	*24*	*57*	*41*	*35*
% de transectos donde se registró retroceso	*0.00*	*0.00*	*2.38*	*0.00*
% de transectos donde se registró avance	*100.00*	*100.00*	*97.62*	*100.00*
Tasa promedio de cambio de la línea de orilla (m/año)	*1.60*	*1.87*	*2.28*	*0.67*
Tasa máxima de cambio de la línea de orilla (m/año)	*2.37*	*3.25*	*3.54*	*0.95*
Tasa mínima de cambio de la línea de orilla (m/año)	*0.91*	*0.17*	*-0.48*	*0.24*
Desviación estándar (m/año)	*0.44*	*0.87*	*0.92*	*0.19*
Tasa promedio de retroceso (m/año)	----	----	*-0.48*	----
Desviación estándar (m/año)	----	----	----	----
Tasa promedio de avance (m/año)	*1.60*	*1.87*	*2.34*	*0.670*
Desviación estándar (m/año)	*0.44*	*0.87*	*0.82*	*0.19*

Al comparar entre los dos métodos de las tasas de cambio de línea de orilla se observa que el valor promedio de la EPR (1.86 m/año) es mayor que el de la LRR (1.60 m/año). El valor máximo (3.73 m/año) de la EPR es mayor que el (2.37 m/año) de la LRR, mientras que el valor mínimo de la tasa de cambio es menor el de la EPR (0.71 m/año) que el de la LRR (0.91 m/año). Los valores de la desviación estándar de EPR y LRR son pequeños (0.98 y 0.44 respectivamente), mientas que el coeficiente de variación de ambos parámetros presentan valores menores a 80%, indicando la existencia de homogeneidad en los datos (**Tabla 26**).

Playa Puerto de Supe

En la **Figura 47** se muestra la variabilidad espacial de los cambio de la línea de orilla en la playa Puerto de Supe, desde 1989 a 2021. Se observa que el 100 % de transectos a lo largo de la línea de orilla de esta playa, mostró el avance de la línea de orilla (**Tabla 25**). De acuerdo al método de la LRR, la tasa promedio de cambio de la línea de orilla es de 1.87 (±0.87) m/año. Cabe indicar que la tasa promedio de del avance de la línea de orilla para esta zona de estudio es de 1.87 (±0.87) m/año.

Al comparar entre los dos métodos de las tasas de cambio de línea de orilla se observa que el valor promedio de la EPR (1.73 m/año) es menor que el de la LRR (1.87 m/año). El valor máximo (3.11 m/año) de la EPR es menor que el (3.25 m/año) de la LRR, mientras que el valor mínimo de la tasa de cambio presenta signo negativo para el de la EPR (-0.14 m/año) y positivo para el de la LRR (0.17 m/año). Los valores de la desviación estándar de EPR y LRR son pequeños (0.89 y 0.87 respectivamente), mientas que el coeficiente de variación de ambos parámetros presentan valores menores que el 80%, indicando una homogeneidad de los datos (**Tabla 26**).

Playa Atarraya, La Bandurria, El Colorado

En la **Figura 47** se muestra la variabilidad espacial de los cambio de la línea de orilla en la playa Atarraya, La Bandurria, El Colorado, desde 1989 a 2021. Se observa que los transectos casi por completo presentan valores positivos en la tasa de desplazamiento de la línea de costa, indicando una tendencia de avance hacia el mar. Se observa que el 97.62% de transectos a lo largo de la línea de orilla de esta playa, mostró el avance de la línea de orilla, mientras que el 2.38% de los transectos experimentó el retroceso (**Tabla 25**).Por el método de la LRR, la tasa promedio de cambio de la línea de orilla es de 2.28 (±0.92) m/año. Cabe indicar que la tasa promedio de avance de la línea de orilla para esta playa de estudio es de 2.34 (±0.82) m/año, en tanto que la tasa promedio de retroceso es de -0.48 m/año.

***Tabla 26**. Desplazamientos promedio (m) y tasas promedio de desplazamientos (m/año) de las líneas de orillas en las playas asociadas con Supe Puerto durante las estaciones de verano entre 1986 – 2021.*

	La Isla del Faraón				**Puerto de Supe**				**Atarraya, La Bandurria, El Colorado**				**Puerto Chico-Miraflores-Chorrillos**			
	SCE	NSM	EPR	LRR	SCE	NSM	EPR	LRR	SCE	NSM	EPR	LRR	SCE	NSM	EPR	LRR
$\bar{x}$	107.38	57.83	1.86	1.60	60.25	53.91	1.73	1.87	81.32	63.91	2.05	2.28	25.98	20.53	0.660	0.67
Máx.	266.57	116.18	3.73	2.37	103.21	96.79	3.11	3.25	121.37	121.37	3.90	3.54	32.60	29.79	0.96	0.95
Mín.	36.07	22.21	0.71	0.91	16.77	-4.35	-0.14	0.17	36.13	-34.73	-1.12	-0.48	19.51	-0.30	-0.01	0.24
(σ)	85.28	30.35	0.98	0.44	25.65	27.69	0.89	0.87	18.48	40.04	1.29	0.92	4.33	7.14	0.23	0.19
C.V. (%)	79.41	52.49	52.52	27.57	42.58	51.37	51.37	46.64	22.72	62.65	62.69	40.26	16.69	34.79	34.70	28.48

Al comparar entre los dos métodos de las tasas de cambio de línea de orilla se observa que el valor promedio de la EPR (2.05 m/año) es menor que el de la LRR (2.28 m/año). El valor máximo (3.90 m/año) de la EPR es mayor que el (3.54 m/año) de la LRR, mientras que el valor mínimo de la tasa de cambio de la EPR (-1.12 m/año) es menor que el de la LRR (-0.48 m/año). Los valores de la desviación estándar de las EPR y LRR son pequeños (1.29 y 0.92 respectivamente), mientras que el coeficiente de variación de ambos parámetros presentan valores menores que 80%, indicando que los datos son homogéneos (**Tabla 26**).

Playa Puerto Chico, Miraflores, Chorrillos

En la **Figura 47** se muestra la variabilidad espacial de los cambios de la línea de orilla en la playa Puerto Chico, Miraflores, Chorrillos, desde 1989 a 2021. Se observa que el total de los transectos (100%) presentan valores positivos en la tasa de desplazamiento de la línea de costa, indicando una tendencia de avance hacia el mar (**Tabla 25**). Por el método de la LRR, la tasa promedio de cambio de la línea de orilla es de 0.67 (±0.19) m/año. Cabe indicar que la tasa promedio de avance de la línea de orilla para esta playa de estudio es de 0.67 (±0.19) m/año.

Al comparar entre los dos métodos de las tasas de cambio de línea de orilla se observa que el valor promedio de la EPR (0.66 m/año) es similar que el de la LRR (0.67 m/año). El valor máximo (0.96 m/año) de la EPR es similar que el (0.95 m/año) de la LRR, mientras que el valor mínimo de la tasa de cambio de la EPR (-0.01 m/año) es mayor que el de la LRR (-0.24 m/año). Los valores de la desviación estándar de las EPR y LRR son pequeños (0.23 y 0.19 respectivamente), en tanto que el coeficiente de variación de ambos parámetros presentan valores menores que 80%, indicando que los datos son homogéneos (**Tabla 26**).

A continuación evaluamos y comparamos los cuatro indicadores (SCE, NSM, EPR y LRR) de los cambios de la línea de orilla en las playas asociadas con Supe, durante los periodos de verano desde 1989 hasta 2021. En la **Figura 49** se muestra la SCE en la zona de estudio, donde el eje horizontal representa los transectos generados por el DSAS. Las amplitudes del cambio de la línea de orilla alcanzan el máximo valor en los 266.57 m, mientras que el mínimo valor alcanza 16.77 m, con un promedio de 65.42 m. Al tener en cuenta que el margen de error estimado para esta playa es de ±26.82 m (APÉNDICE A-24), se evidencia que la línea de orilla es altamente inestable en las playas de La Isla del Faraón, Puerto de Supe y Atarraya-La Bandurria-El Colorado, mientras es menos inestable en la playa Puerto Chico-Chorrillos. Para evaluar de manera consistente el comportamiento de la línea de orilla, analizamos a continuación los otros tres indicadores restantes.

En la **Figura 49** se muestra el NSM con valores positivos por completo en la playa de La Isla del Faraón, y principalmente en la playa Puerto Supe y playa Puerto Chico y Chorrillos, los cuales

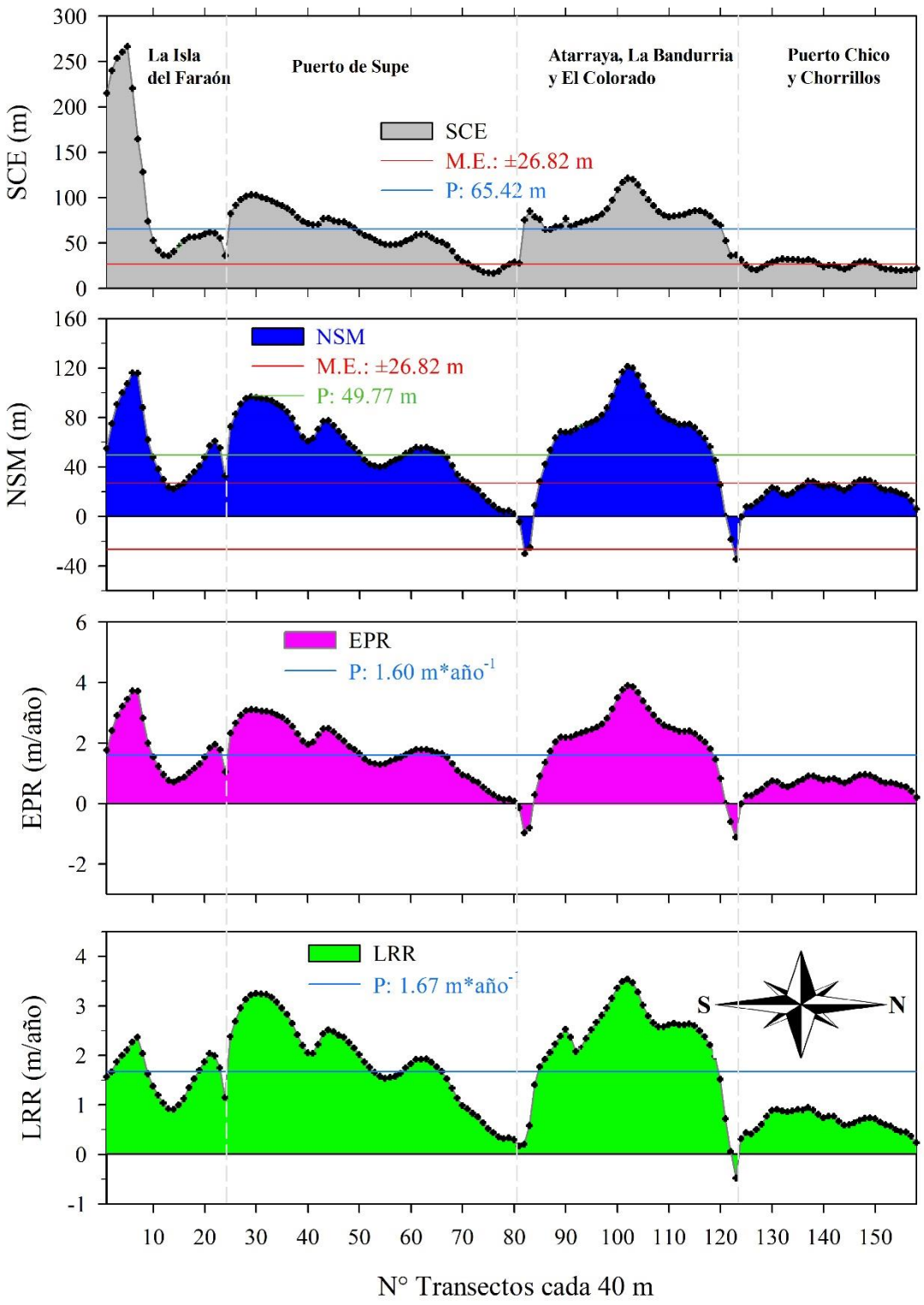


***Figura 49**. Variabilidad de los indicadores de cambio de la línea de orilla a lo largo de los transectos calculados por el DSAS en las playas asociadas con Supe, durante los periodos de verano desde 1989 a 2021. Amplitud (SCE), Movimiento neto (NSM), Tasa de punto final (EPR), y Tasa por regresión lineal (LRR) del cambio de la línea de orilla. P, promedio, M.E, margen de error estimado.*

indican el avance de la línea de orilla entre los años 1989 y 2021. En la playa Atarraya-La Bandurria-El Colorado, el NSM indica también el avance de la línea de orilla pero en solo el 90.48% de los transectos, mientras que en el resto de transectos (9.52%) ubicados en los extremos de la playa, se evidencia un retroceso de la línea de orilla. El NSM con indicio de avance de la línea de orilla con magnitud fuera del margen de error, ±26.82 m (APÉNDICE A-24) sucede en un 87% de transectos en la playa La Isla del Faraón, en un 82.46% de transectos en la playa Puerto Supe, y en un 83.33% de transectos en la playa Atarraya-La Bandurria-El Colorado. Mientras que en la playa Puerto Chico-Chorrillos el NSM con magnitud fuera del margen de error, ocurre solamente en el 17.74% de transectos. El NSM con retroceso de la línea de orilla con magnitud fuera del margen de error, representando el 4.76% de transectos, se encuentra únicamente en la Playa Atarraya-La Bandurria-El Colorado.

El tercer indicador EPR que representa la tasa de cambio final de la línea de orilla, guarda relación consistente con los indicadores (SCE y NSM) mostrados anteriormente en todas las playas evaluadas. Mientras que la EPR y la LRR, son consistentes también en todas las playas, pero con una particular discordancia en un transecto ubicado en el extremo SE de la playa Atarraya-La Bandurria-El Colorado. La discordancia se debe a que el NSM y el EPR muestran un retroceso de la línea de orilla con evidencia de procesos de erosión en el primer transecto al SE de la playa, mientras que la LRR muestra una tendencia hacia la acreción en el mismo transecto (**Figura 49**), eso significaría que en la actualidad la tendencia hacia la acreción sucedió como un estado de recuperación luego de un evento antiguo de erosión durante los últimos 33 años. En general, de las observaciones y evidencias encontradas se reconoce que la mayoría (68.99%) de la extensión de las playas se encuentra en un proceso de acreción con tendencia hacia la sedimentación y solo un 1.27% se encuentra en proceso de erosión durante los periodos de verano desde el año 1989 hasta el 2021. El resto de la playa evaluada presenta cambios de la línea de orilla como efecto de las oscilaciones en las mareas.

5.4.2. Cambio de las líneas de orilla en las diferentes zonas del área piloto de Máncora – Cabo Blanco

5.4.2.1. Cambios de la línea de orilla en la zona de playa en Cabo Blanco

<u>Cambios de línea de orilla en playa de Cabo Blanco, primer periodo, primavera</u>

Para los periodos de primavera desde 1985 hasta 2020, la línea de orilla en la zona evaluada de la playa de Cabo Blanco se extendió sobre 3.88 km e incluyó 101 transectos (APÉNDICE A-19). Esta zona de estudio abarca desde el promontorio en la Punta Cabo Blanco, al extremo suroeste del muelle del Desembarcadero Pesquero Artesanal (DPA), luego hacia el noreste por el frente de

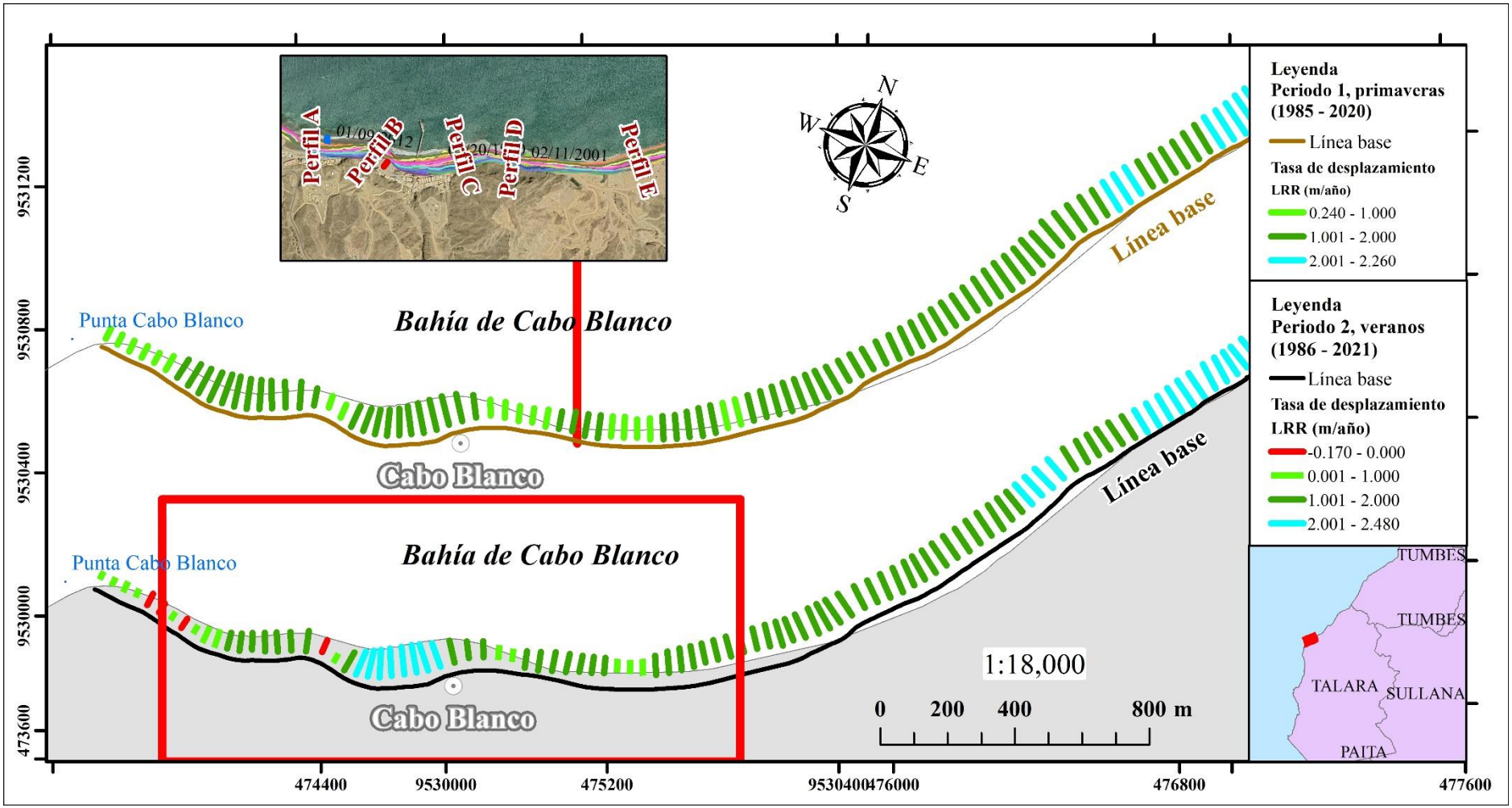


***Figura 50**. Mapa de las tasas de cambio de posición de las líneas de orilla en la playa de Cabo Blanco durante las primaveras entre 1985 – 2020, y durante los veranos entre 1986 – 2021.*

la carretera Cabo Blanco – El Ñuro, hasta aproximadamente 1.5 km al suroeste del muelle de PETROBRAS (**Figura 50**).

En la **Figura 50** se muestra la variabilidad espacial de los cambio de la línea de orilla en la playa a lo largo de la costa de Cabo Blanco. En términos generales, los resultados de largo plazo, muestran que la playa subaérea experimentó únicamente el avance hacia el mar de la línea de orilla, desde 1985 a 2020 durante las primaveras, cuando todos los transectos en conjunto fueron analizados con una tasa anual promedio de cambio de línea de orilla de 1.44 m (por el método de LRR). Se observa que el 100 % de transectos a lo largo de las playas de todas las áreas en conjunto mostró el avance de la línea de orilla (APÉNDICE A-19). Basados en la LRR, esta zona estudiada muestra la existencia de un patrón con tendencia de avance hacia el mar de la línea de orilla. La tasa promedia del avance de la línea de orilla es de 1.44 (±0.50) m/año.

Al comparar entre los dos métodos de las tasas de cambio de línea de orilla, se observa que el valor promedio de la EPR (1.80 m/año) es mayor que el de la LRR (1.44 m/año). El valor máximo (2.98 m/año) de la EPR es mayor que el (2.26 m/año) de la LRR. El valor mínimo de la tasa de cambio presenta signo positivo siendo menor el de la EPR (0.27 m/año) que el de la LRR (0.24 m/año). Cabe señalar que ambos valores promedios de los parámetros estadísticos EPR y LRR identificaron un patrón con tendencia hacia el avance de la línea de orilla. Los valores de la desviación estándar de EPR y LRR son pequeños (0.65 y 0.50 respectivamente), de la misma manera, los valores del coeficiente de variación de ambos parámetros presentan valores menores de 80%, esto indica por tanto, la existencia de homogeneidad en los datos (APÉNDICE A-20).

A continuación evaluamos y comparamos los cuatro indicadores (SCE, NSM, EPR y LRR) de los cambios de la línea de orilla en la playa de Cabo Blanco durante los periodos de primavera desde 1985 hasta 2020. En la **Figura 51** se muestra la SCE en la zona de estudio, donde el eje horizontal representa los transectos generados por el DSAS. Las amplitudes del cambio de la línea de orilla presenta su máximo valor que alcanzan los 108.28 m, mientras que el valor mínimo alcanza los 32.92 m, con un promedio de 77.72 m. Al tener en cuenta el margen de error estimado para esta playa, ±32.18 m (APÉNDICE A-23), se evidencia que la línea de orilla en esta zona de estudio es inestable. Todos los valores de la amplitud de desplazamiento, indican que el cambio de la línea de orilla está por encima del margen de error estimado. Para evaluar de manera consistente el comportamiento de la línea de orilla, analizamos a continuación los otros tres indicadores restantes.

En la **Figura 51** se muestra que el NSM presenta únicamente valores positivos a lo largo de todo el litoral de la playa evaluada, los cuales indican el avance de la línea de orilla entre el año más antiguo (1985) y el año más reciente (2020). El movimiento neto de avance de la línea de orilla presentan valores fuera de margen de error estimado, ±32.18 m (APÉNDICE A-23). El NSM

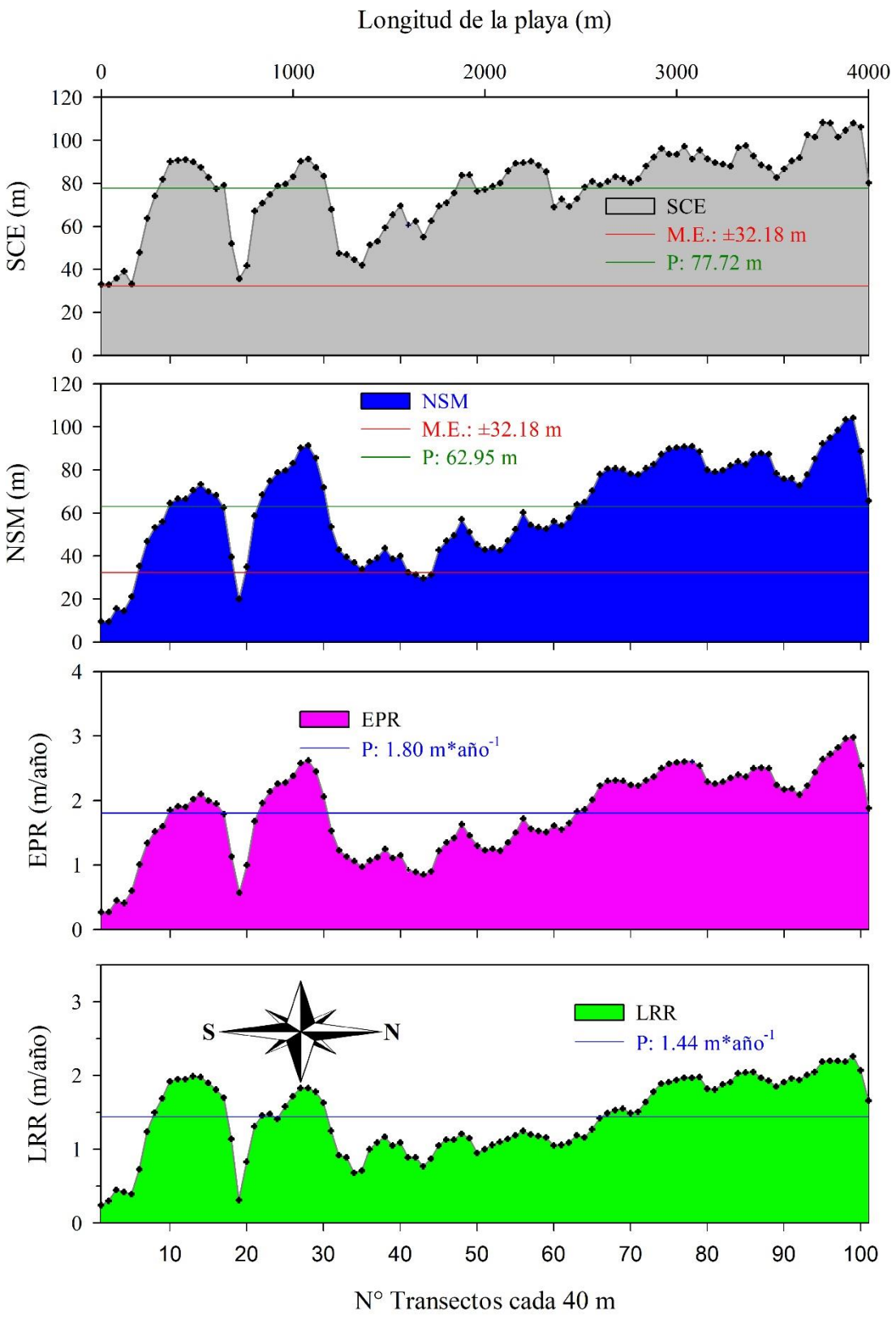


***Figura 51**. Variabilidad de los indicadores de los cambios de la línea de orilla a lo largo de los transectos calculados por el DSAS en la playa de Cabo Blanco, para los periodos de primavera desde 1985 a 2020. Amplitud (SCE), Movimiento neto (NSM), Tasa de punto final (EPR), y Tasa por regresión lineal (LRR) del cambio de la línea de orilla. P, promedio, M.E, margen de error estimado.*

presenta valores fuera del margen de error de manera intermitente desde el transecto #1 en el SO hasta el transecto #45 hacia el NE; a partir del transecto #45 el movimiento neto de la línea de orilla fuera del margen de error es de forma continua hasta el extremo de la playa evaluada en el NE. El NSM fuera del margen de error ocurre en el 91.09% del total de los transectos evaluados a lo largo de zona de estudio.

El tercer indicador EPR que representa la tasa de cambio final de la línea de orilla, guarda relación con los indicadores mostrados anteriormente, y también con la Tasa de cambio por el método de regresión lineal LRR. En promedio, la tasa de cambio final es de 1.80 m/año, mientras que la tasa de cambió por regresión lineal tiene un promedio de 1.44 m/año. Esto significa que los cambios de la línea de orilla de los años dentro del rango edades evaluadas, varían de manera heterogénea respecto al año más antiguo y al año más reciente (**Figura 51**). Las observaciones evidencian que en la zona evaluada de la playa de Cabo Blanco, el avance de la línea de orilla en un 91.09% de transectos reflejan procesos de acreción y tendencia hacia la sedimentación con velocidades de estable a moderadas (**Tabla 9**), mientras que en el resto de transectos el avance de la línea de orilla se debe a un efecto de las oscilaciones de las mareas (**Figura 50**).

Cambios de línea de orilla en playa de Cabo Blanco, segundo periodo, verano

Para los periodos de verano desde 1986 hasta 2021, la línea de orilla evaluada del litoral de la zona estudiada en Cabo Blanco se extendió sobre 3.93 km e incluyó 101 transectos (APÉNDICE A-21). Esta zona de estudio abarca desde el promontorio en la Punta Cabo Blanco, al extremo suroeste del muelle del Desembarcadero Pesquero Artesanal (DPA), luego hacia el noreste por el frente de la carretera Cabo Blanco – El Ñuro, hasta aproximadamente 1.5 km al suroeste del muelle de PETROBRAS (**Figura 50**).

En la **Figura 50** se muestra la variabilidad espacial de los cambio de la línea de orilla en la playa a lo largo de la costa de Cabo Blanco. En términos generales, los resultados de largo plazo, muestran que la playa subaérea experimentó principalmente el avance de la línea de orilla, desde 1986 hasta 2021 en los periodos de verano, cuando todos los transectos en conjunto fueron analizados con una tasa anual promedio de cambio de línea de orilla de 1.5 m (por el método de LRR). Se observa que el 96.04% de los transectos a lo largo de la playa mostró el avance de la línea de orilla por el método de la LRR, mientras que el 2.97% de transectos registró el retroceso (**APÉNDICE A-21**). La tasa promedia de cambio de la línea de orilla es de 1.50 (±0.66) m/año. Cabe señalar que la tasa promedia de avance de la línea de orilla es de 1.56 (±0.59) m/año, mientras que la tasa promedia de retroceso es de -0.12 (±0.05) m/año.

Al comparar entre los dos métodos de las tasas de cambio de línea de orilla, se observa que el valor promedio de la EPR (1.38 m/año) es menor que el de la LRR (1.50 m/año). El valor máximo (2.59 m/año) de la EPR es mayor que el (2.48 m/año) de la LRR. Los valores mínimos de las tasas de cambio presentan signos negativos siendo menor el de la EPR (-0.28 m/año) que el de la LRR (-0.17 m/año). Cabe señalar que ambos valores promedios de los parámetros estadísticos EPR y LRR identificaron un patrón con tendencia hacia el avance de la línea de orilla. Los valores de la desviación estándar de la EPR y LRR son pequeños (0.72 y 0.66 respectivamente), de la misma manera, los valores del coeficiente de variación de ambos parámetros presentan valores menores de 80%, esto indica por tanto, la existencia de homogeneidad en los datos (APÉNDICE A-22).

En la **Figura 52**, el primer panel de la parte superior muestra la SCE en la zona de Cabo Blanco para la estación de verano, donde el eje horizontal representa los transectos generados por el DSAS. Las amplitudes del cambio de la línea de orilla muestran que su máximo valor alcanza los 94.70 m, mientras que el mínimo valor alcanza los 26.34 m con un promedio de 65.53 m. Al tener en cuenta el margen de error estimado para esta zona, que es de ±24.51 m (**APÉNDICE A-24**), se evidencia que la línea de orilla en esta zona de estudio es inestable, puesto que todos los valores de la amplitud de desplazamiento están por encima del margen de error. A continuación analizamos el comportamiento de la línea de orilla, evaluando los otros tres indicadores de los cambios de la línea de orilla.

En la **Figura 52**, el segundo panel de arriba hacia abajo, muestra que el NSM tiene principalmente valores positivos que indican el avance de la línea de orilla, considerando únicamente las líneas de orilla del año 1986 y 2021. La mayoría de los transectos presentan NSM con valores por encima del margen de error estimado (±24.51 m). El NSM con valores positivos por encima del margen de error, se registra de manera intermitente desde el transecto #1 en el SO hasta el transecto #44 hacia el NE, y a partir del transecto #45 en delante se registra de manera continua hasta el transecto #101 hacia el extremo NE del litoral evaluado. Al mismo tiempo el NSM presenta valores negativos que significan el retroceso de la línea de costa, pero solo en algunos transectos, es decir entre el transecto #4 y el transecto #9 y en forma aislada en el transecto #19. El retroceso de la línea de costa sucede solamente en el 4.95% del total de los transectos, cuyos valores se encuentran dentro del margen de error estimado (**APÉNDICE A-24**). El avance de la línea de orilla sucede en el 95.05% del total de transectos; de esos los que presentan valores por encima del margen de error suceden en el 86.14% del total de los transectos medidos.

El tercer indicador del cambio de la línea de orilla EPR, guarda relación muy consistente con los indicadores mostrados anteriormente, como también con la Tasa de cambio por el método de regresión lineal, LRR (**Figura 52**). La EPR presenta un promedio de -1.38 m/año, mientras que la LRR presenta un promedio de -1.50 m/año, significando que los cambios de la línea de orilla

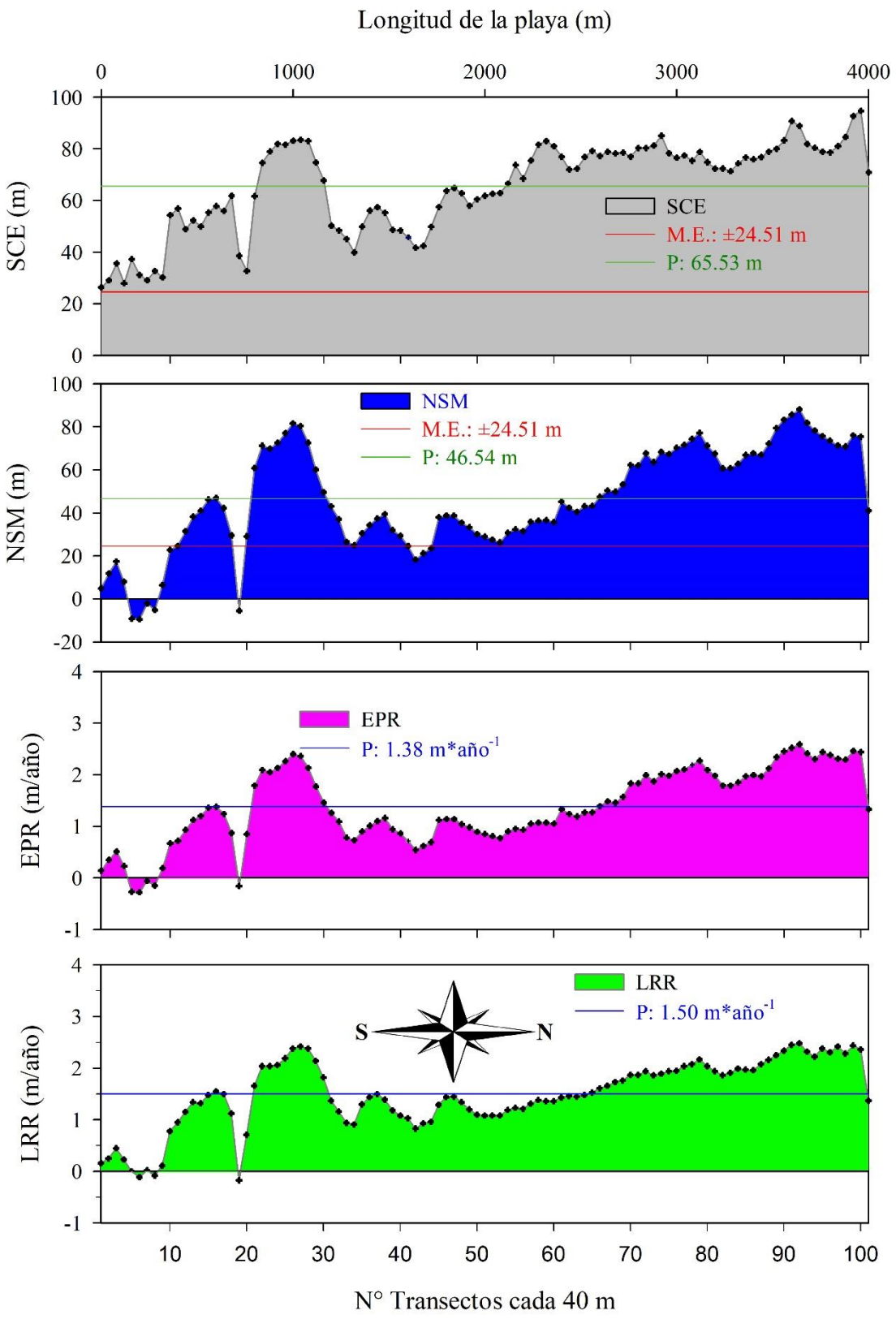


***Figura 52**. Variabilidad de los indicadores del cambio de la línea de orilla a lo largo de los transectos calculados por el DSAS en la playa de Cabo Blanco, para los periodos de verano desde 1985 a 2021. Amplitud (SCE), Movimiento neto (NSM), Tasa de punto final (EPR), y Tasa por regresión lineal (LRR) del cambio de la línea de orilla. P, promedio, M.E, margen de error estimado*

varían de forma relativamente homogénea durante los veranos entre los años 1986 y 2021. Las observaciones encontradas en la zona evaluada de la playa de Cabo Blanco, para los periodos de verano, evidencian la existencia de procesos de acreción y tendencia hacia la sedimentación en el 86.14% de los transectos evaluados, mientras que el resto de transectos presentan avances y retrocesos de la línea de orilla como efecto de las oscilaciones de las mareas.

5.4.2.2. Cambios de la línea de orilla en la zona de las playas en Vichayito – Los Órganos

Cambios de la línea de orilla en las playas en Vichayito – Los Órganos, primer periodo, primavera

Para los periodos de primavera desde 1985 hasta 2020, la línea de orilla del litoral de la zona estudiada en la playa Vichayito y Los Órganos se extendió sobre 8.15 km e incluyó 191 transectos (**APÉNDICE A-19**). Esta zona de estudio abarca las playas arenosas desde el promontorio al SW de la playa Punta Veleros, hacia el NE involucrando la playa de San Pedro de Los Órganos (donde se ubica El DPA del mismo nombre) y playa Vichayito (**Figura 53**).

En la **Figura 53** se muestra la variabilidad espacial de los cambios de la línea de orilla en la playa a lo largo de la costa de las playas Punta Veleros, Los Órganos y Vichayito. En términos generales, los resultados de largo plazo, muestran que las playas en esta zona experimentó únicamente el avance hacia el mar de la línea de orilla, desde 1985 a 2020 durante las primaveras, cuando todos los transectos en conjunto fueron analizados con una tasa anual promedio de cambio de línea de orilla de 2.98 m (por el método de LRR). Se observa que el 100 % de transectos a lo largo de este litoral costero experimentó el avance de la línea de orilla, (**APÉNDICE A-19**). La tasa promedio de cambio de la línea de orilla es de 2.98 (±1.08) m/año. Las playas en esta zona estudiada, de acuerdo al método LRR, muestra la existencia de un patrón con tendencia hacia el avance de la línea de orilla; siendo esta tendencia máxima en la zona del tramo correspondiente a la playa San Pedro de Los Órganos.

Al comparar entre los dos métodos de las tasas de cambio de línea de orilla, se observa que el valor promedio de la EPR (2.29 m/año) es menor que el de la LRR (2.98 m/año). El valor máximo (4.12 m/año) de la EPR es menor que el (4.89 m/año) de la LRR. El valor mínimo de la tasa de cambio presenta signos negativo y positivo respectivamente para la EPR (-0.71 m/año) y LRR (0.08 m/año). Cabe señalar que ambos valores promedios de los parámetros estadísticos EPR y LRR identificaron un patrón con tendencia hacia el avance de la línea de orilla. Los valores de la desviación estándar de EPR y LRR son relativamente pequeños (1.28 m/año y 1.08 m/año respectivamente), de la misma manera, el coeficiente de variación de ambos parámetros tienen valores menores del 80%, esto indica por tanto, la existencia de homogeneidad en los datos (APÉNDICE A-20).

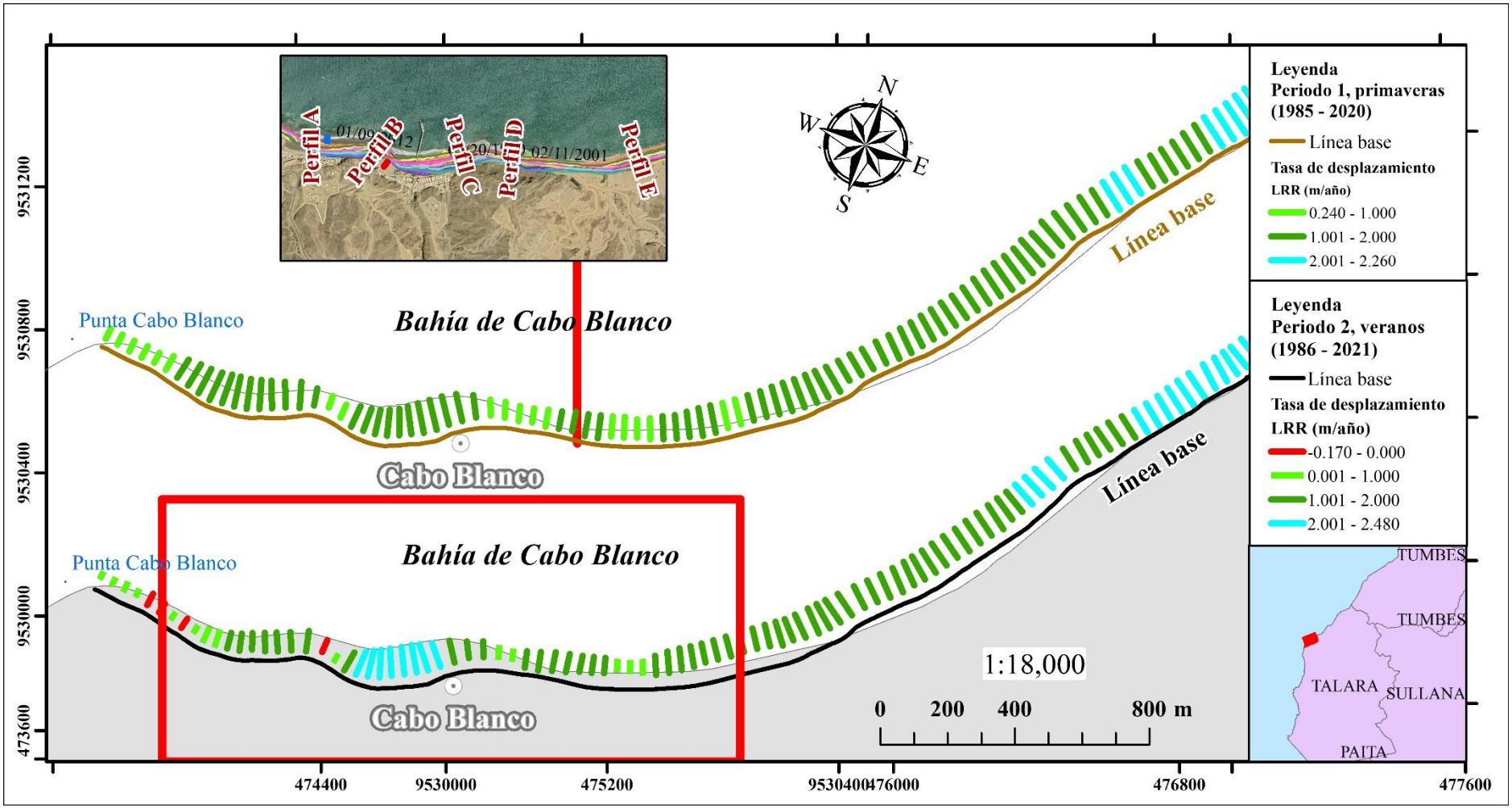


***Figura 53**. Mapa de la tasa de cambio de posición de las líneas de orilla en las playas de Vichayito y Los Órganos durante las primaveras entre 1985 – 2020 y durante los veranos entre 1986 – 2021.*

A continuación evaluamos y comparamos los cuatro indicadores (SCE, NSM, EPR y LRR) de los cambios de la línea de orilla en las playas de Vichayito – Los Órganos para los periodos de primavera desde 1985 hasta 2020. En la **Figura 54** se muestra la SCE en la zona de estudio, donde el eje horizontal representa los transectos generados por el DSAS. Las amplitudes de los cambios de la línea de orilla alcanzan su máximo valor en los 233.55 m, mientras que el valor mínimo alcanza los 85.81 m, con un promedio de 153.62 m. Al tener en cuenta el margen de error estimado para esta playa, ±27.025 m (**APÉNDICE A-23**), se evidencia que la línea de orilla en esta zona de estudio es inestable. Todos los valores de la amplitud de desplazamiento, indican que el cambio de la línea de orilla está por encima del margen de error estimado. Para evaluar de manera consistente el comportamiento de la línea de orilla, analizamos a continuación los otros tres indicadores restantes.

En la **Figura 54** se muestra que el NSM presenta principalmente valores positivos a lo largo de todo el litoral de la playa evaluada, y valores negativos en forma localizada cerca del extremo SO, los cuales indican el avance y retroceso de la línea de orilla respectivamente, entre el año más antiguo (1985) y el año más reciente (2020). El retroceso de la línea de orilla sucede en los transectos #2, #3 y #4, los cuales se encuentran dentro del margen de error estimado, ±27.025 m (APÉNDICE A-23), mientras que en el resto de transectos se experimentan el avance de la línea de orilla. El avance de la línea de orilla que se encuentra por encima del margen de error, sucede desde el transecto #14 hasta el transecto #116, luego de forma intermitente hasta el transecto #151, después sucede nuevamente de forma continua hasta el transecto #191 en extremo NE. El NSM con avance de la línea de orilla, por encima del margen de error, ocurre en el 78.53% del total de los transectos evaluados a lo largo de la zona de estudio.

El tercer indicador EPR que representa la tasa de cambio final de la línea de orilla, guarda consistencia con los indicadores mostrados anteriormente (SCE y NSM), y también de forma relativa con la Tasa de cambio por el método de regresión lineal LRR. La tasa de cambio final tiene un promedio de 2.29 m/año, mientras que la tasa de cambió por regresión lineal tiene un promedio de 2.98 m/año. Esto significa que los cambios de la línea de orilla de los años entre el rango edades evaluadas, varían de manera heterogénea respecto al año más antiguo y al año más reciente (**Figura 54**). Las observaciones evidencian que en la zona evaluada de la playa de Vichayito – Los Órganos, el avance de la línea de orilla en un 78.53% de transectos reflejan procesos de acreción y tendencia hacia la sedimentación con velocidades de estable a moderadas (**Tabla 9**), mientras que en el resto de transectos el avance y retroceso de la línea de orilla, se deben a un efecto de las oscilaciones de las mareas (**Figura 53**).

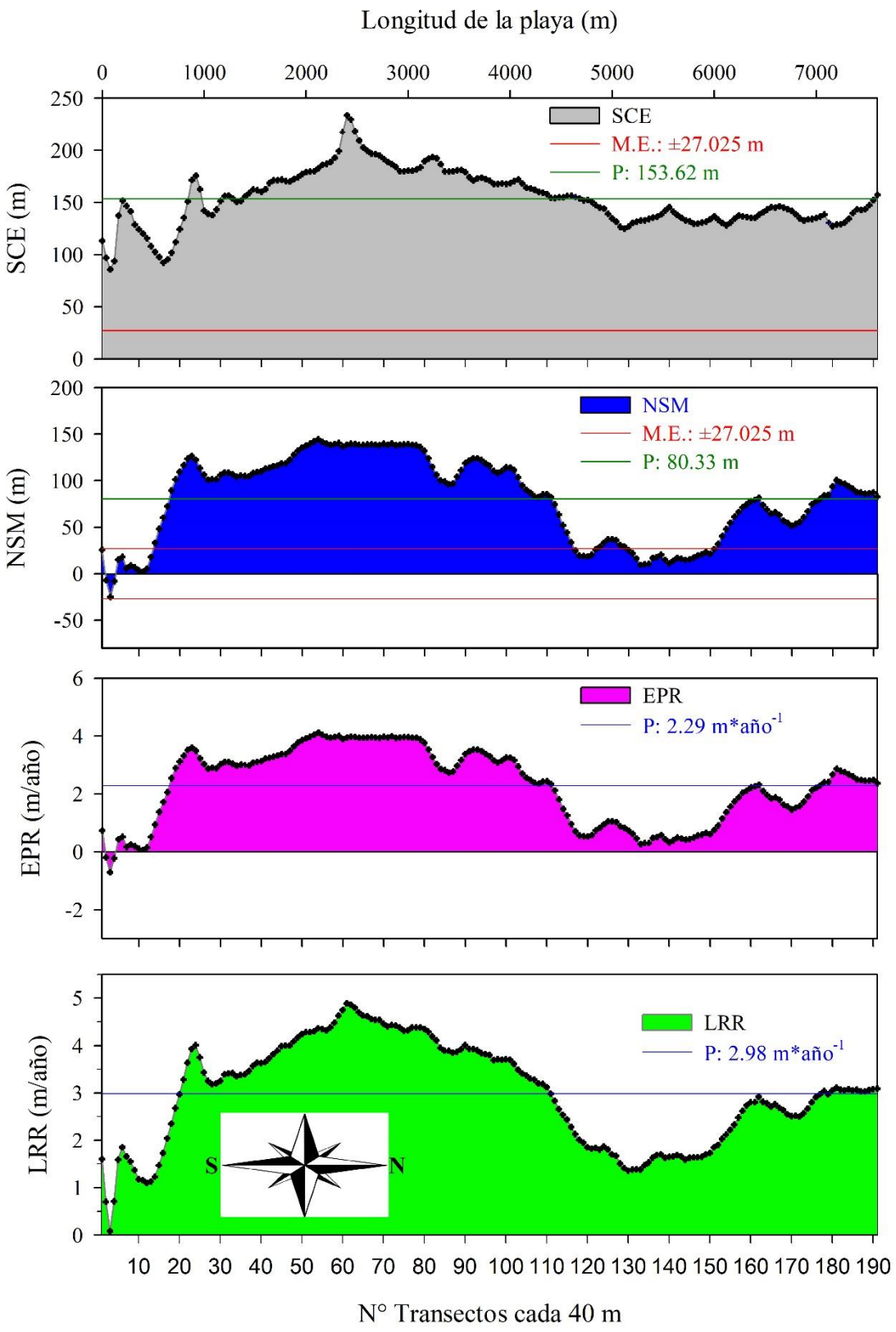


***Figura 54**. Variabilidad de los indicadores de los cambios de la línea de orilla a lo largo de los transectos calculados por el DSAS en la playa de Vichayito-Los Órganos, durante los periodos de primavera desde 1985 a 2020. Amplitud (SCE), Movimiento neto (NSM), Tasa de punto final (EPR), y Tasa por regresión lineal (LRR) del cambio de la línea de orilla. P, promedio, M.E, margen de error estimado.*

Cambios de la línea de orilla en las playas de Vichayito – Los Órganos, segundo periodo, verano

Para los periodos de verano desde 1986 hasta 2021, la línea de orilla del litoral de la zona estudiada en la playa Vichayito y Los Órganos se extendió sobre 8.21 km e incluyó 191 transectos (**APÉNDICE A-21**). Esta zona de estudio abarca las playas arenosas desde el promontorio al SW de la playa Punta Veleros, hacia el NE involucrando la playa de San Pedro de Los Órganos (donde se ubica El DPA del mismo nombre) y la playa Vichayito (**Figura 53**).

En la **Figura 53** se muestra la variabilidad espacial de los cambios de la línea de orilla a lo largo de las playas de Punta Veleros, Los Órganos y Vichayito. En términos generales, los resultados de largo plazo, muestran que las playas experimentaron principalmente el avance hacia el mar de la línea de orilla, desde 1986 a 2021 durante las estaciones de verano. Todos los transectos analizados en conjunto presentan una tasa anual promedio de los cambios de línea de orilla de 2.92 m (por el método de LRR). De manera excepcional se registró el retroceso de la línea de orilla en los transectos del extremo SW. Se observa que el 97.91 % de transectos a lo largo de las playas evaluadas muestran el avance de la línea de orilla, mientras que solo el 1.57% de transectos muestran el retroceso (**APÉNDICE A-21**). La tasa promedio de cambio de la línea de orilla es de 2.92 (±1.12) m/año. Las playas subaérea en esta zona estudiada muestran la existencia de un patrón con tendencia hacia el avance de la línea de orilla, siendo esta tendencia máxima en la zona del tramo correspondiente a la playa San Pedro de Los Órganos.

Al comparar entre los dos métodos de las tasas de cambio de línea de orilla, se observa que el valor promedio de la EPR (2.90 m/año) es ligeramente menor que el de la LRR (2.92 m/año). El valor máximo (4.35 m/año) de la EPR es mayor que el (4.18 m/año) de la LRR. El valor mínimo de la tasa de cambio presenta signo negativo para la EPR (-0.94 m/año) y LRR (-1.47 m/año). Cabe señalar que ambos valores promedios de los parámetros estadísticos EPR y LRR identificaron un patrón con tendencia hacia el avance de la línea de orilla. Los valores de la desviación estándar de la EPR y LRR son relativamente pequeños (1.07 m/año y 1.12 m/año respectivamente), de la misma manera, los valores del coeficiente de variación de ambos parámetros presentan valores menores al 80%, esto indica por tanto, la existencia de homogeneidad en los datos (APÉNDICE A-22).

En la **Figura 55**, el primer panel de la parte superior muestra la SCE en la zona de Vichayito-Los Órganos durante las estaciones de verano, donde el eje horizontal representa los transectos generados por el DSAS. Las amplitudes del cambio de la línea de orilla muestran que su máximo valor alcanza los 156.65 m, mientras que el mínimo valor alcanza los 37.20 m con un promedio de 120.62 m. Al tener en cuenta el margen de error estimado para esta zona, que es de ±27.91 m (**APÉNDICE A-24**), se evidencia que la línea de orilla en esta zona de estudio es inestable, puesto que todos los valores de la amplitud de desplazamiento están por encima del margen de error. A

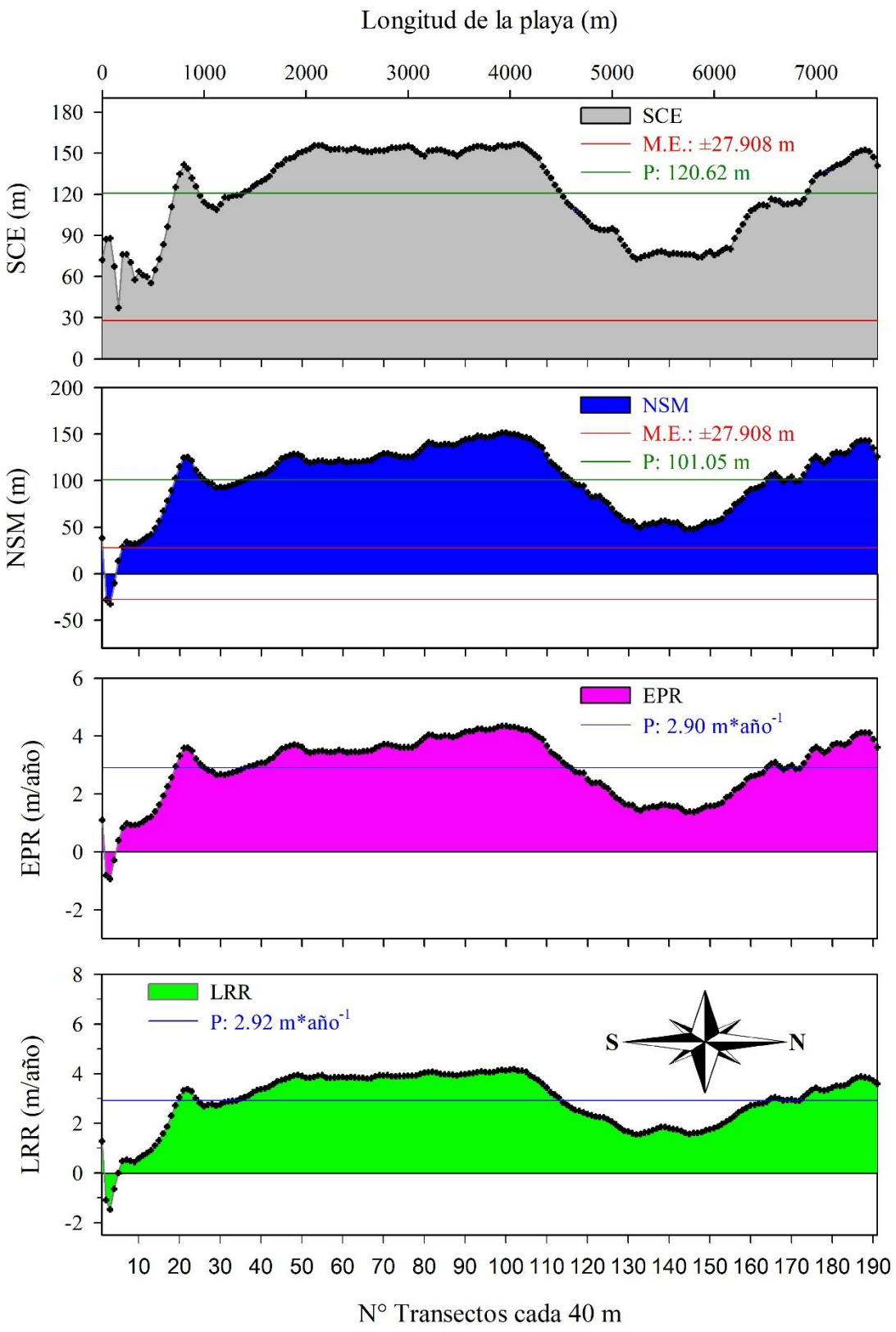


***Figura 55**. Variabilidad de los indicadores de cambio de la línea de orilla a lo largo de los transectos calculados por el DSAS en las playas de Vichayito-Los Órganos, para los periodos de verano desde 1986 a 2021. Amplitud (SCE), Movimiento neto (NSM), Tasa de punto final (EPR), y Tasa por regresión lineal (LRR) del cambio de la línea de orilla. P, promedio, M.E, margen de error estimado.*

continuación analizamos el comportamiento de la línea de orilla, evaluando los otros tres indicadores de los cambios de la línea de orilla.

En la **Figura 55**, el segundo panel de arriba hacia abajo, muestra que el NSM tiene principalmente valores positivos que indican el avance de la línea de orilla, considerando únicamente las líneas de orilla del año 1986 y 2021. La mayoría de los transectos presentan NSM con valores por encima del margen de error estimado (±27.91 m). El NSM con valores positivos por encima del margen de error, está presente de forma localizada en el transecto #1 en el extremo SO, luego de forma continua desde el transecto #44 hasta el transecto # 191 en el otro extremo hacia el NE. Al mismo tiempo el NSM presenta valores negativos que significan el retroceso de la línea de costa, pero solo en un corto tramo de playa al SO desde el transecto #2 hasta el transecto #4 hacia el NE. El retroceso de la línea de costa sucede solamente en el 1.57% del total de los transectos. El avance de la línea de orilla sucede en el 98.43% del total de transectos; de esos los que presentan valores por encima del margen de error suceden en el 97.91% del total de los transectos medidos.

El tercer indicador del cambio de la línea de orilla EPR, guarda relación muy consistente con los indicadores mostrados anteriormente, como también con la Tasa de cambio por el método de regresión lineal, LRR (**Figura 55**). La EPR presenta un promedio de 2.90 m/año, mientras que la LRR presenta un promedio de 2.92 m/año, significando que los cambios de la línea de orilla varían de forma homogénea durante los veranos entre los años 1986 y 2021. Las observaciones encontradas en la zona evaluada de la playa de Vichayito – Los Órganos, para los periodos de verano, evidencian la existencia de procesos de acreción y tendencia hacia la sedimentación en el 97.91% de transectos evaluados. Existe una tendencia hacia la erosión de forma muy localizada, en solo dos transectos (#2 y #3), los cuales representan solo el 1.05% del total de transectos evaluados. El resto de transectos presentan avances y retrocesos de la línea de orilla como efecto de las oscilaciones de las mareas.

5.4.2.3. Cambios de la línea de orilla en la zona de la playa en Máncora

<u>Cambios de la línea de orilla en playa de Máncora, primer periodo, primavera</u>

Para los periodos de primavera desde 1986 hasta 2020, la línea de orilla del litoral de la zona estudiada en la playa arenosa de Máncora se extendió sobre 5.91 km e incluyó 150 transectos (APÉNDICE A-19). Esta zona de estudio abarca la playa Máncora Chico, luego hacia el NE la playa frente al balneario de Máncora hasta el límite por el NE con el departamento de Tumbes en la Quebrada Fernández (**Figura 56**). Al SW de la playa del balneario de Máncora está presente el DPA en la caleta de pescadores mismo nombre.

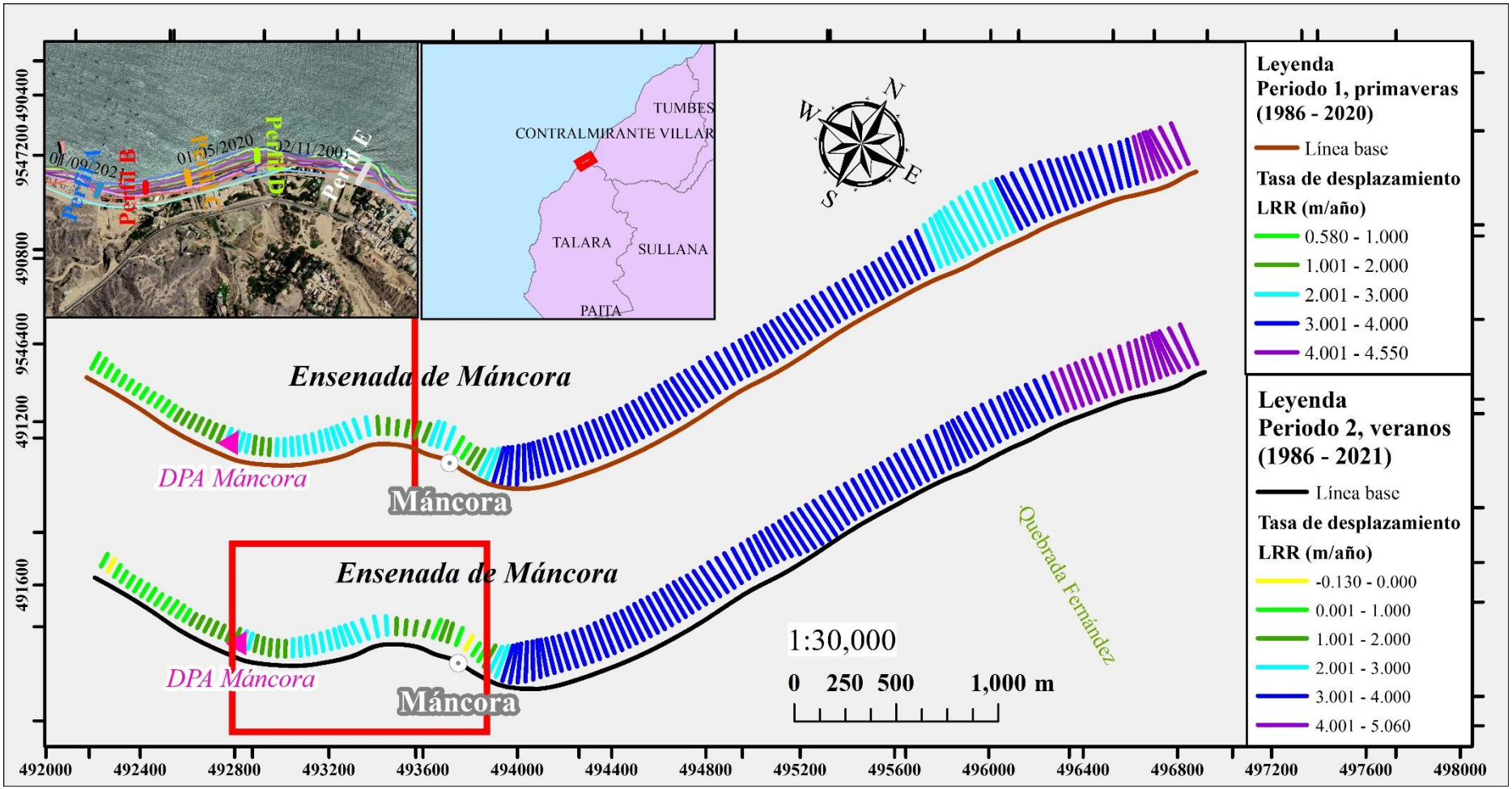


***Figura 56**. Mapa de la tasa de cambio de posición de las líneas de orilla en las playas de Máncora durante las primaveras entre 1986 – 2020, y durante los veranos entre 1986 – 2021.*

En la **Figura 56** se muestra la variabilidad espacial de los cambios de la línea de orilla en la playa a lo largo de la costa de la zona de estudio. En términos generales, los resultados de largo plazo, muestran que las playas evaluadas experimentaron únicamente el avance hacia el mar de la línea de orilla, desde 1986 a 2020 durante las estaciones de primavera. Los transectos analizados en conjunto presentan una tasa anual promedio del cambio de la línea de orilla de 2.85 m (por el método de LRR). Esto indica que el 100 % de los transectos a lo largo de las playas registró el avance de la línea de orilla (APÉNDICE A-19). La tasa promedia del cambio de la línea de orilla es de 2.85 (±1.00) m/año con un máximo y un mínimo de 4.55 m/año y 0.58 m/año respectivamente. Las playas evaluadas en esta zona muestran la existencia de un patrón con tendencia hacia el avance sostenido de la línea de orilla, esa tendencia hacia el avance es mayor en un tramo principal de la playa que inicia aproximadamente a la altura de la *calle del Boulevard*, con dirección hacia el NE, hasta la Quebrada Fernández (**Figura 56**).

Al comparar entre los dos métodos de las tasas de cambio de la línea de orilla, se observa que el valor promedio la EPR (3.42 m/año) es mayor que el de la LRR (2.85 m/año). El valor máximo (6.02 m/año) de la EPR es mayor que el (4.55 m/año) de la LRR. El valor mínimo de la tasa de cambio presenta signo positivo para la EPR (0.20 m/año) y la LRR (0.58 m/año). Cabe señalar que ambos valores promedios de los parámetros estadísticos EPR y LRR identificaron un patrón con tendencia hacia el avance de la línea de orilla. Los valores de la desviación estándar de EPR y LRR son relativamente pequeños (1.55 m/año y 1.00 m/año respectivamente), además los valores del coeficiente de variación de ambos parámetros presentan valores menores al 80%, esto indica por tanto, la existencia de homogeneidad en los datos (APÉNDICE A-20).

A continuación evaluamos y comparamos los cuatro indicadores (SCE, NSM, EPR y LRR) de los cambios de la línea de orilla en las playas de Máncora durante las estaciones de primavera desde 1986 hasta 2020. En la **Figura 57** se muestra la SCE en la zona de estudio, donde el eje horizontal representa los transectos generados por el DSAS. Las amplitudes del cambio de la línea de orilla presenta su máximo valor que alcanza los 273.71 m, mientras que el valor mínimo alcanza los 50.99 m, con un promedio de 157.31 m. Al tener en cuenta el margen de error estimado para esta playa, ±23.001 m (**APÉNDICE A-23**), se evidencia que la línea de orilla en esta zona de estudio es inestable. Todos los valores de la amplitud de desplazamiento, indican que el cambio de la línea de orilla está por encima del margen de error estimado. Para evaluar de manera consistente el comportamiento de la línea de orilla, analizamos a continuación los otros tres indicadores restantes.

En la **Figura 57** se muestra que el NSM presenta por completo valores positivos a lo largo de todo el litoral de la playa evaluada, el cual indica el avance de la línea de orilla, entre el año más antiguo (1986) y el año más reciente (2020). El avance de la línea de orilla que se encuentra por

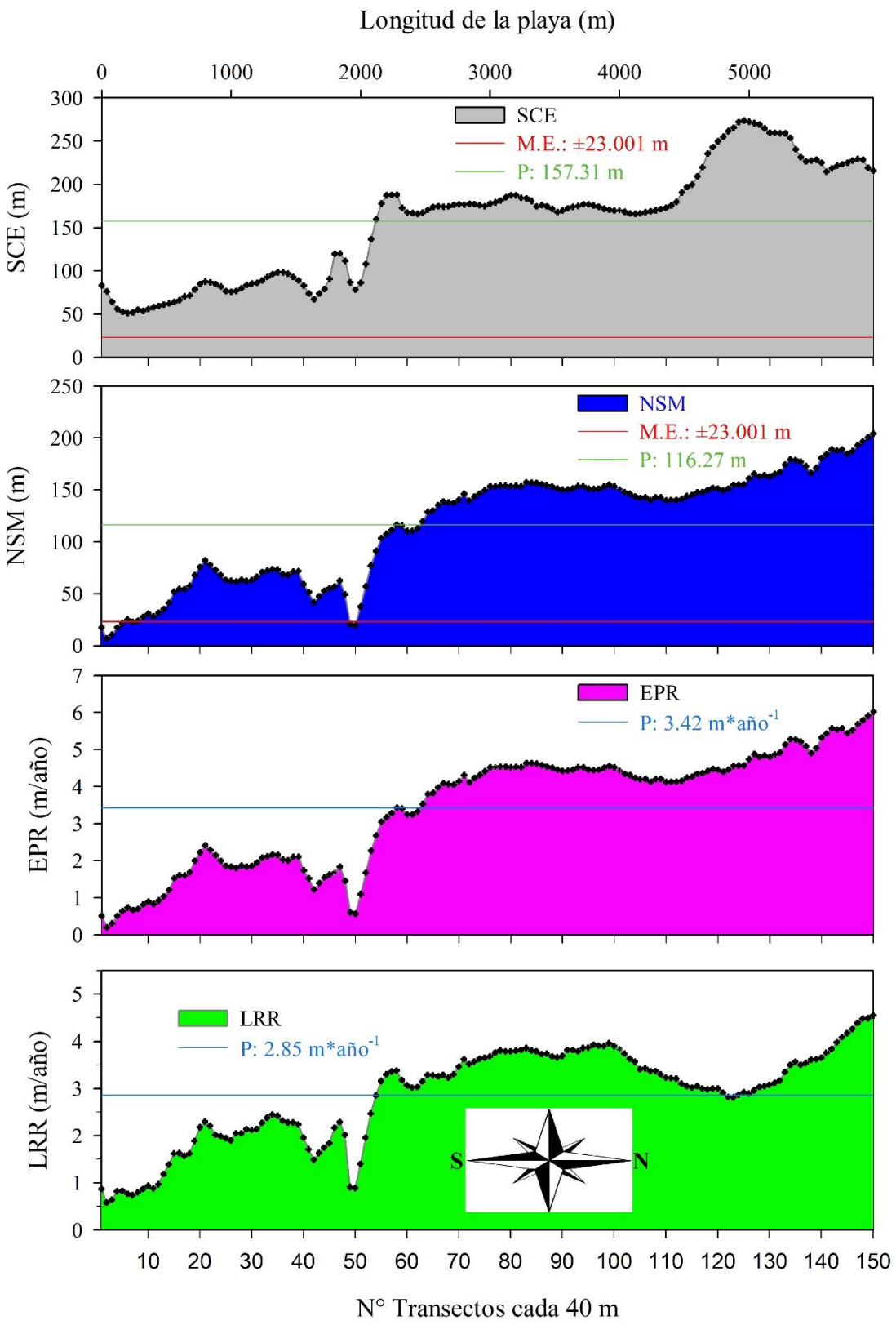


***Figura 57**. Variabilidad de los indicadores de los cambios de la línea de orilla a lo largo de los transectos calculados por el DSAS en las playas de Máncora, para los periodos de primavera desde 1986 a 2020. Amplitud (SCE), Movimiento neto (NSM), Tasa de punto final (EPR), y Tasa por regresión lineal (LRR) del cambio de la línea de orilla. P, promedio, M.E, margen de error estimado.*

encima del margen de error estimado, ±23.001 m (APÉNDICE A-23), sucede en dos tramos amplios, uno desde el transecto #8 hasta el transecto #48, luego el segundo tramo desde el transecto #51 hasta el extremo del litoral evaluado hacia el NE en el transecto #150. El NSM con avance de la línea de orilla, por encima del margen de error, ocurre en el 94.67% del total de los transectos evaluados a lo largo de zona de estudio.

El tercer indicador EPR que representa la tasa de cambio final de la línea de orilla, guarda consistencia con los indicadores evaluados anteriormente (SCE y NSM), y también guarda consistencia con la Tasa de cambio por el método de regresión lineal LRR. En promedio, la tasa de cambio final es de 3.42 m/año, mientras que la tasa de cambió por regresión lineal tiene un promedio de 2.85 m/año. Esto significa que los cambios de la línea de orilla de los años entre el rango edades evaluadas, varían de manera heterogénea respecto al año más antiguo y al año más reciente (**Figura 57**). Las observaciones evidencian que en la zona de estudio de la playa de Máncora, el avance de la línea de orilla en un 94.67% de transectos reflejan procesos de acreción y tendencia hacia la sedimentación con velocidades de estable a moderadas (**Tabla 9**), mientras que en el resto de transectos el avance de la línea de orilla se debe más a un efecto de las oscilaciones de las mareas (**Figura 56**).

Cambios de la línea de orilla en las playas de Máncora, segundo periodo, verano

Para los periodos de verano desde 1986 hasta 2021, la línea de orilla del litoral de la zona estudiada en las playas arenosas de Máncora se extendió sobre 5.96 km e incluyó 150 transectos (**APÉNDICE A-21**). Esta zona de estudio abarca la playa Máncora Chico, luego hacia el NE la playa frente al balneario de Máncora hasta el límite por el NE con el departamento de Tumbes en la Quebrada Fernández (**Figura 56**). Al SW de la playa del balneario de Máncora está presente el DPA en la caleta de pescadores del mismo nombre.

En la **Figura 56** se muestra la variabilidad espacial de los cambios de la línea de orilla en la playa a lo largo de la costa de la zona de estudio. En términos generales, los resultados de largo plazo, muestran que las playas experimentaron principalmente el avance hacia el mar de la línea de orilla, desde 1986 hasta 2021 durante las estaciones de verano. Los transectos en analizados en conjunto presentan una tasa anual promedio de cambios de línea de orilla de 2.95 m (por el método de LRR). Esto indica que el 98.67% de transectos a lo largo de la playas avaluadas registran el avance de la línea de orilla, mientras que el 1.33% de transectos registraron el retroceso (**APÉNDICE A-21**). La tasa promedia de los cambios de la línea de orilla es de 2.95 (±1.30) m/año con un máximo y un mínimo de 5.06 m/año y -0.13 m/año respectivamente. Las playas estudiadas en esta zona reflejan la existencia de un patrón con tendencia hacia el avance sostenido de la línea de orilla; esta tendencia es mayor en un tramo principal de la playa que inicia

aproximadamente a la altura de la calle del Boulevard, con dirección hacia el NE, hasta la Quebrada Fernández (**Figura 56**).

Al comparar entre los dos métodos de las tasas de los cambios de línea de orilla, se observa que el valor promedio de la EPR (3.01 m/año) es ligeramente mayor que el de la LRR (2.95 m/año). El valor máximo (5.79 m/año) de la EPR es mayor que el (5.06 m/año) de la LRR. El valor mínimo de las tasas de cambios de la línea de orilla presenta signo negativo para la EPR (-0.03 m/año) y la LRR (-0.13 m/año). Cabe señalar que ambos valores promedios de los parámetros estadísticos EPR y LRR identificaron un patrón con tendencia hacia el avance de la línea de orilla. La desviación estándar de EPR y LRR presenta valores relativamente pequeños (1.52 m/año y 1.30 m/año respectivamente), además el coeficiente de variación de ambos parámetros presentan valores menores al 80%, esto indica por tanto, la existencia de homogeneidad en los datos (APÉNDICE A-22).

En la **Figura 58**, el primer panel de la parte superior muestra la SCE en la zona de Máncora para durante las estaciones de verano, donde el eje horizontal representa los transectos generados por el DSAS. Las amplitudes del cambio de la línea de orilla muestran que su máximo valor alcanza los 216. 55 m, mientras que el mínimo valor alcanza los 57.19 m, con un promedio de 148.50 m. Al tener en cuenta el margen de error estimado para esta zona, que es de ±22.36 m (**APÉNDICE A-24**), se evidencia que la línea de orilla en esta zona de estudio es inestable, puesto que todos los valores de la amplitud de desplazamiento están por encima del margen de error. A continuación analizamos el comportamiento de la línea de orilla, evaluando los otros tres indicadores de los cambios de la línea de orilla respecto al margen de error estimado.

En la **Figura 58**, el segundo panel de arriba hacia abajo, muestra que el NSM tiene principalmente valores positivos que indican el avance de la línea de orilla, considerando únicamente las líneas de orilla del año 1986 y 2021. La mayoría de los transectos presentan NSM con valores por encima del margen de error estimado (±22.36 m). El NSM con valores positivos por encima del margen de error, ocurre en dos tramos bien diferenciados, uno desde el transecto #12 hasta el transecto #48, y el otro tramo desde el transecto #51 hasta el transecto #151 en el extremo NE de la playa evaluada. Al mismo tiempo el NSM presenta valores negativos que significan el retroceso de la línea de costa, pero solo ocurre en tres transectos ubicados cerca del extremo al SO de la playa evaluada. El retroceso de la línea de costa sucede solamente en el 1.33% del total de los transectos, y se encuentra dentro del margen de error. Mientras que el avance de la línea de orilla sucede en el 98.67% del total de transectos; de esos los que presentan valores por encima del margen de error suceden en el 91.33% del total de los transectos medidos.

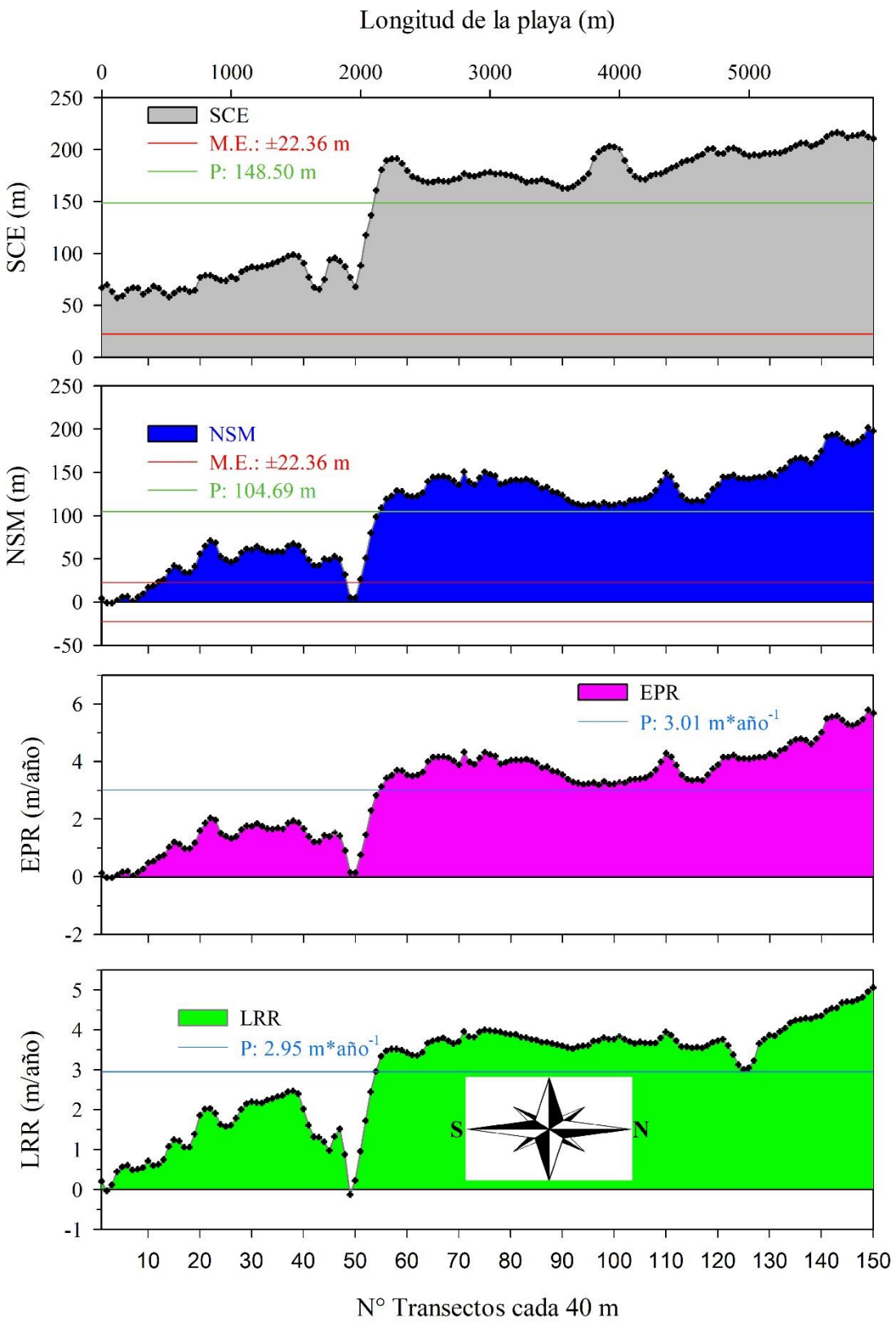


***Figura 58**. Variabilidad de los indicadores de los cambios de la línea de orilla a lo largo de los transectos calculados por el DSAS en las playas de Máncora, para los periodos de verano desde 1986 a 2021. Amplitud (SCE), Movimiento neto (NSM), Tasa de punto final (EPR), y Tasa por regresión lineal (LRR) del cambio de la línea de orilla. P, promedio, M.E, margen de error estimado*

El tercer indicador del cambio de la línea de orilla EPR, guarda relación muy consistente con los indicadores mostrados anteriormente, como también con la Tasa de cambio por el método de regresión lineal, LRR (**Figura 58**). La EPR presenta un promedio de 3.01 m/año, mientras que la LRR presenta un promedio de 2.95 m/año, significando que los cambios de la línea de orilla varían de forma relativamente homogénea durante los veranos entre los años 1986 y 2021. Las observaciones encontradas en la zona evaluada de las playas de Máncora, para los periodos de verano, evidencian la existencia de procesos de acreción y tendencia hacia la sedimentación en el 91.33% del total de transectos evaluados. El resto de transectos presentan avances y retrocesos de la línea de orilla como efecto de las oscilaciones de las mareas.

5.4.3. Tendencias de erosión y acreción entre las zonas evaluadas y entre las estaciones de primavera y verano durante los últimos 35 años

Existe un patrón con tendencia a aumentar las velocidades de los cambios de la línea de orilla en las playas de sur a norte desde el área piloto de Punta Salinas – Vegueta (excepto en Huacho) hacia el área piloto de Máncora – Cabo Blanco (**Figura 59 a**). Esta tendencia ocurre tanto en las evaluaciones durante las estaciones de primavera como durante las estaciones de verano, usando ya sea el método de la EPR o el de la LRR. Las velocidades promedias de los cambios de línea de orilla indican el avance de estas hacia el mar en todas las playas asociadas con ambas áreas pilotos, excepto en el caso de las playas en Huacho donde la tasa promedio de cambio indica el retroceso de la línea de orilla. Las playas en Chancay y Supe Puerto presentan velocidades del avance de la línea de orilla, mayores durante los veranos que durante las primaveras. Las playas en Cabo Blanco, Vichayito – Los Órganos y Máncora presentan velocidades del avance de la línea de orilla relativamente similares entre las evaluaciones durante la primavera y el verano. En el caso del retroceso de la línea de orilla en Huacho, esta tiene velocidades más negativas durante los veranos que en las primaveras, es decir durante los veranos la línea de orilla retrocede con mayor velocidad que durante las primaveras.

En el área piloto de Punta Salina – Végueta, el análisis por zonas muestra que en términos generales, la localidad de Huacho es la única que presenta una tendencia hacia el retroceso de la línea de orilla como la característica principal a lo largo de su costa evaluada, en base a términos de largo plazo a escalas decadales durante las primaveras, desde 1988 hasta 2020 y durante los veranos, desde 1988 hasta 2021 (**Figura 44**, **Figura 59 a**). El retroceso de la línea de orilla en las playas de Huacho que reflejan procesos de erosión suceden en el 52.33% de transectos evaluados durante las primaveras, aumentando a un 80.73% de los transectos durante los veranos. Mientras que la acreción registrada en el 37% de los transectos durante las primaveras, desaparecen durante

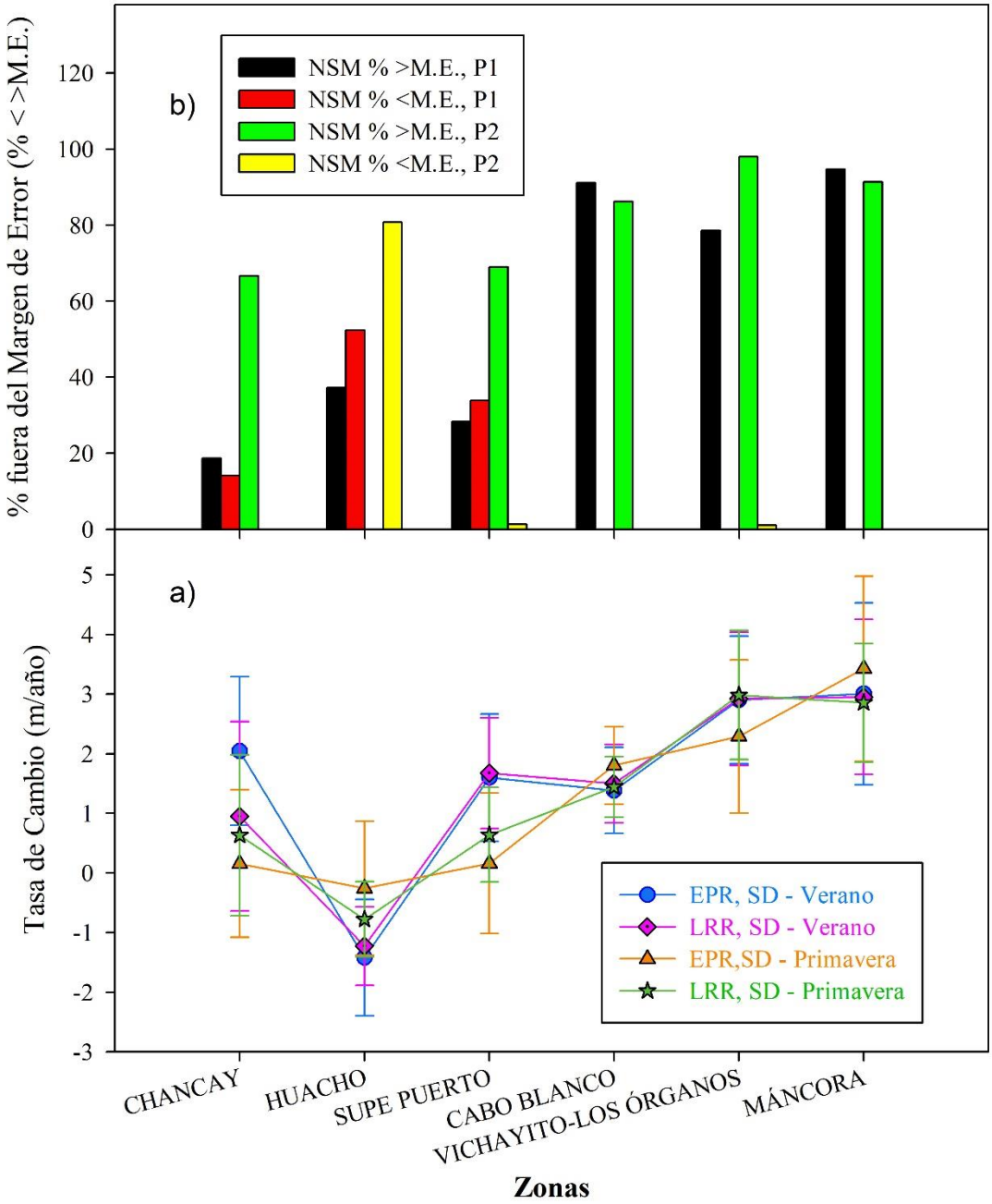


***Figura 59**. (a) Tasas promedio de cambio de línea de orilla en los ámbitos de las áreas pilotos de Punta Salinas-Végueta y Máncora – Cabo Blanco durante las primaveras entre los años 1985 – 2020, y durante los veranos entre los años 1986 – 2021, de acuerdo al método EPR y LRR. EPR, Tasa de cambio final, LRR, tasa de cambio por regresión lineal, SD, desviación estándar. (b) Porcentajes de los avances y retrocesos de la línea de orilla fuera del margen de error estimado. Los cambios de la línea de orilla se expresan de acuerdo al método de NSM, Movimiento Neto de la línea de orilla.*

los veranos (**Figura 59 b**). Cabe resaltar, que los procesos de erosión registrados en las playas de Huacho, de acuerdo a la clasificación de los cambios de la línea de orilla, puede considerarse que

la línea de costa es estable en mayor proporción simultáneamente con procesos de erosión moderada (**Tabla 9**). Sin embargo, es necesario realizar estudios posteriores adaptados al litoral peruano para obtener niveles de los estados de erosión y acreción y así corroborar la clasificación de ellos.

Los procesos de erosión registrados a partir de los valores del NSM mayores al margen de error, suceden en las playas de Chancay y Supe Puerto, aumentando de las primaveras a los veranos, mientras que los procesos de erosión desaparecen y disminuyen respectivamente entre esas estaciones (**Figura 59 b**). En el caso de las playas de Cabo Blanco y Máncora el porcentaje de registros de acreción se mantienen similares entre las primaveras a los veranos. En tanto que en la playa de Vichayito – Los Órganos, el porcentaje de la acreción registrada aumenta de las primaveras a los veranos (**Figura 59 b**). La gran diferencia de registros de erosión encontrados en las playas de Huacho respecto al resto de las playas de las otras localidades, puede deberse principalmente como una influencia natural por efecto de la inestabilidad de la morfología de una playa debido al ángulo cercano a los 45° entre la línea del tren de las olas incidentes y la línea de orientación de la costa (Ashton *et al*. (2001) y Ashton & Murray (2006),) en las playas en Huacho.

La acreción y erosión observada diferentes localidades a lo largo de los tramos evaluados de las diferentes playas se debe a la influencia del oleaje que se aproxima hacia la costa, vinculada con las características en la distribución de la refracción del oleaje en la bahía. La divergencia y convergencia de las olas en las zonas cercanas a la costa es producto de la refracción de las olas incidentes cuando se dirigen hacia la costa (Davidson-Arnott, 2010; Masselink *et al*., 2011, Joevivek *et al.*, 2019) las cuales propiciarían la acreción y erosión respectivamente.

Las observaciones encontradas en este estudio que representan variaciones de las líneas de orilla durante las estaciones de verano difieren relativamente con las encontradas por Villanueva (2017), donde utilizó dos líneas de costa, una de1961 y la otra de 2016. Villanueva (2017) evalúo el cambio de línea de costa en tres zonas de playas, Punta Veleros - Los Órganos - Vichayito, Pocitas – Máncora - El Bravo, y Punta Sal – Cancas, empleando el NSM y el EPR. Los resultados del estudio de Villanueva (2017), demuestran un avance de la línea de costa en las playas de Los Órganos, Máncora y Cancas, y zonas de retroceso en Punta Veleros, Pocitas y Punta Sal. La discrepancia con los del presente estudio sucede en la playa Los Órganos principalmente, donde encontramos una tendencia hacia la acreción, mientras que Villanueva (2017) encuentra un proceso de erosión.

La discrepancia entre las observaciones podría deberse a tres factores principalmente. El primer factor sería debido a que ambos estudios no coincidieron en usar líneas de orilla correspondientes a las mismas estaciones del año. Es decir en el caso del presente estudio se empleó líneas de costa correspondiente a la estación de verano y primavera. En el estudio de Villanueva (2017) no se

especifica a que estación del año corresponde las líneas de orilla empleadas. Si las líneas de orilla empleadas en Villanueva (2017) correspondiesen a estaciones diferentes al verano, entonces la evidencia de erosión encontrada podría deberse más a los efectos causados por temporales característicos de las estaciones de invierno. El segundo factor sería sobre el tipo de fuente de datos que se usan. Por ejemplo nosotros usamos únicamente imágenes satelitales LandSat 5, 7 y 8, y Sentinel 2; mientras que Villanueva (2017) usa fotos aéreas (IGN) para la línea de costa del año 1961 e imágenes LandSat 8 (obtenidas de Google Earth) para la línea de costa del año 2016. El tercer factor es la diferencia entre las ventanas de tiempo empleadas en la evaluación de las líneas de orilla en cada estudio. En el presente estudio abarcamos la evaluación de la línea de orilla a partir del año 1986, esto limita identificar si la tendencia a la acreción también sucede a partir de años previos. Adicionalmente, en este estudio se emplean toda una serie de tiempo de líneas de orilla para determinar tendencias en los cambios de línea de orilla, mientras que Villanueva (2017) usa únicamente dos líneas de orilla de diferentes años. Por tanto la comparación entre los resultados de ambos estudios, sería limitada, y no podrían darse de una manera objetiva a cusa de las explicaciones realizadas líneas arriba.

Por otro lado, retomando la discusión de los resultados del presente estudio, se muestra que la acreción en las playas del área piloto Máncora – Cabo Blanco estaría influenciada por la activación de las quebradas durante los periodos de verano y de forma anómala e intensa en los eventos de El Niño. La acreción evidenciada en estas zonas podría ser causada por la acumulación de sedimentos provenientes de los flujos de erosión de acantilados cercanos (Bird, 1996; Trenhaile, 2005, 1997). Por ejemplo, en un estudio se propone un modelo de sedimentación en la vecindad de la playa Máncora; dicho autor indica que los sedimentos provienen tanto del transporte lateral y transversal y de la retroalimentación entre la playa sumergida y subaérea, y una principal acumulación de sedimentos también proveniente de los desprendimientos de material de los acantilados y de la activación de las quebradas durante estaciones de verano y en eventos de El Niño con aporte de detritus hacia las playas (Castañeda, 2015; INGEMMET, 2013). Esto explica consistentemente los resultados encontrados en el presente estudio para las zonas de playas asociadas con el área piloto Máncora – Cabo Blanco.

6. Conclusiones

La morfología de la línea de costa en la franja costera del litoral completo entre Punta salinas y Végueta está predominada por costas heterogéneas con presencia de costas con escarpes rocosos, playas con sustrato arenoso, y acantilados rocosos principalmente. La morfología de la línea de costa en la franja costera del litoral completo entre Cabo Blanco y Máncora está predominada por una unidad geomorfológica homogénea de sustrato arenoso que limitan hacia continente en su mayoría con infraestructura urbana como balnearios principalmente, seguida de carreteras, y promontorios rocosos.

En el ámbito de la playa Supe Puerto, la cobertura más predominante es el área agrícola (representa en promedio el 32%); mientras que las estructuras, específicamente los muelles (permeable) representan solo un 0.19% del total. En el ámbito de la playa Huacho la cobertura más predominante es el área urbana, específicamente el tejido urbano continuo (representa en promedio el 55%). Mientras que la infraestructura: muelles, representan solo un 0.09 % del total. En el ámbito de la playa de Chancay la cobertura más predominante es el área agrícola (representa en promedio el 39%). Mientras que la infraestructura: Terminal portuario, representa solo un 0.02 % del total. En el ámbito de la playa de Cabo Blanco la cobertura más predominante son las colinas disectadas con matorrales xéricos (representan en promedio el 39%). Mientras que otras coberturas: pozos petroleros, representan solo un 0.08% del total. Para el ámbito de la playa Vichayito la cobertura más predominante es la llanura con bosque estacionalmente seco (representa en promedio el 65%). Mientras que la infraestructura: muelle, representan solo un 0.01 % del total. En el ámbito de la playa de Máncora la cobertura más predominante es el área urbana, específicamente el tejido urbano continuo (representa en promedio el 27%). Mientras que la infraestructura: muelle, representa solo un 0.02 % del total.

La evaluación de los perfiles de playa permitió evidenciar que en el ámbito del área piloto Punta Salinas – Végueta las playas en Chancay, Huacho, y Supe Puerto – La Isla del Faraón en general disminuyeron en su pendiente desde la primavera 2020 hacia el inicio del verano 2020-2021. En el ámbito de la provincia de Talara, las playas en Vichayito-Los Órganos y Máncora mantuvieron sus pendientes relativamente estables, mientras que en la playa en Cabo Blanco en promedio aumentó ligeramente su pendiente desde la primavera 2020 hacia el inicio del verano 2020-2021. Las pendientes en la zona intermareal disminuyeron en todas las playas mencionadas anteriormente a excepción en la playa de Máncora, donde se evidenció un ligero aumento, desde la primavera 2020 hacia el inicio del verano 2020-2021.

La evaluación de los perfiles de playa evidenció la movilización de arenas entre las estaciones de primavera y verano. En las localidades de Chancay, Huacho y Supe Puerto las playas obtuvieron

ganancias de arenas desde la estación primavera 2020 hacia el inicio del verano 2020-2021. En las localidades de Cabo Blanco y Máncora las playas obtuvieron simultáneamente pérdida de áreas en el tramo SW y ganancia de arenas en el tramo NE, mientras que en la localidad de Vichayito – Los Órganos las playas resultaron en promedio con ganancia de arenas desde la primavera 2020 hacia el inicio del verano 2020-2021. Estos hallazgos fueron producto de los eventos temporales con altas mareas e intensos oleajes ocurridos durante el verano temprano coincidente con las fechas de medición del segundo periodo, primera semana de Enero 2021, esos efectos fueron con mayor intensidad en la zona costera hacia el norte de la provincia de Talara.

Las playas de Chancay, la Isla del Faraón y Supe Puerto se caracterizan como un estado morfodinámico del tipo disipativo. Mientras que las playas de Huacho, Cabo Blanco, Vichayito-Los Órganos y Máncora se caracterizan como un estado morfodinámico del tipo intermedio. La evaluación entre estaciones permitió identificar que la mayoría de las playas evaluadas disminuyen sus pendientes supramareal e intermareal desde la primavera hacia el verano, lo cual indica la transición hacia un estado morfodinámico más disipativo.

Los parámetros estadísticos empleados como indicadores de la acreción y erosión en las playas, permitieron identificar, distinguir y comparar las variaciones en la línea de orilla causadas por diferentes procesos físicos. El indicador de desplazamiento de la línea de orilla permitió identificar las zonas en las playas altamente inestables. Mientras que el movimiento neto de la línea de orilla permitió distinguir a partir de los avances y retrocesos de la línea de orilla, los que correspondían a procesos de acreción y erosión respectivamente, y los que correspondían únicamente a los efectos de las mareas producto de cambios en sus oscilaciones. Además las tasas de cambio de la línea de orilla permitieron determinar las tendencias y velocidades en que está ocurriendo tanto de la acreción como de la erosión. En conjunto los indicadores empleados de los cambios de la línea de orilla proporcionan información robusta que facilitó la identificación de las zonas en las playas con procesos de acreción y erosión.

Durante los últimos 35 años, los cambios de la línea de orilla en las playas estudiadas, tienen un patrón con tendencia a aumentar sus velocidades conforme nos dirigimos de sur a norte en el ámbito de la provincia de Lima (excepto en Huacho) y en el ámbito de la provincia de Talara tanto en las estaciones de primavera como en las de verano. El avance hacia el mar de la línea de orilla incrementa su velocidad en las playas de Chancay y Supe Puerto – La Isla del Faraón desde las primaveras hacia los veranos. Las velocidades aumentan en el retroceso de la línea de orilla en las playas de Huacho desde las primaveras hacia los veranos. En las playas de Cabo Blanco, Vichayito-Los Órganos y Máncora, el avance de la línea de orilla ocurre de manera sostenida con velocidades similares entre las primaveras y los veranos.

Se concluye que las playas evaluadas (excepto las de Huacho), se encuentran en promedio en un estado dinámico con tendencia hacia la acreción de arenas. La tendencia hacia la acreción es mayor durante los veranos que durante las primaveras en las playas asociadas con Chancay, Supe Puerto, y Vichayito – Los Órganos. Mientras que en las playas de Cabo Blanco y Máncora se presenta de forma sostenida la tendencia hacia la acreción entre las primaveras y los veranos. Las playas asociadas con Chancay y Supe Puerto en cerca del 70% de sus tramos total evaluados prevalecen procesos de sedimentación de arenas y tendencia hacia la acreción. Mientras que en las playas de Cabo Blanco, Vichayito-Los Órganos y Máncora cerca del 90% de sus tramos total evaluados presenta prevalencia de sedimentación de arenas y tendencia hacia la acreción. La acreción detectada se puede considerar en promedio con un nivel de ligero a moderado. Las playas de Huacho presentan un estado dinámico con tendencia hacia la erosión de arenas, siendo mayor durante los veranos que en los inviernos; entre las primaveras el 52% y los veranos el 81% del tramo total de playa evaluada presenta prevalencia de procesos y tendencias erosivos. La erosión detectada puede considerarse en general con un nivel ligero a moderado.

El uso de la aplicaciones DSAS y CoastSat, en conjunto con el programa de computadora SIG y las fuentes de imágenes satelitales de acceso libre, demostraron ser efectivos en el monitoreo y análisis de los cambios de las líneas de orilla en las localidades estudiadas; para entender el patrón del cambio durante el periodo de 1986 a 2021. Finalmente, se concluye que los cambios en la línea de orilla son influenciados por la morfodinámica regional, la cual tiene un rol importante en la configuración del paisaje y en el control de la hidrodinámica costera. Por lo tanto el análisis a largo plazo, como se realizó en el estudio presente, es importante en las regiones costeras dinámicas porque este ayuda en el proceso de toma de decisiones de las autoridades, gestores y políticos responsables sobre el turismo, infraestructura y la economía en estas localidades.

La base de datos digital obtenida permitió calcular las tasas de erosión y acreción, y elaborar los mapas temáticos para evaluar las zonas dónde se encuentran con tendencias erosivas o de acreción respectivamente a escalas de décadas. Por otro lado, esta base de datos digital puede ser usada en estudios posteriores sobre el análisis y evaluación de la erosión y acreción en otras escalas y ventanas de tiempo de acuerdo al interés y a las propuestas del proyecto.

7. Estudios posteriores

La información obtenida en este estudio sobre los cambios de la línea de orilla y la información obtenida de los perfiles de playa en las localidades estudiadas deben complementarse con información de mediciones periódicos posteriores con frecuencia estacional-anual para lograr el continuo monitoreo de la dinámica de la zona costera, específicamente de las playas. La

información de los perfiles además de posibilitar la caracterización de la morfología de la playa, permitirá obtener márgenes de error en función de la pendiente de la playa para evaluar el efecto de las mareas en el desplazamiento de la línea de orilla, y así poder discriminar en qué lugares los cambios de línea de orilla podría ser por efecto únicamente de las mareas, por efecto de la erosión o por efectos mixtos. El análisis y la integración de los datos generados mantendrán actualizada la información respecto a la dinámica de la zona litoral en la interfase entre playa sumergida y playa subaérea, para facilitar la gestión en su uso y aprovechamiento.

8. Referencias bibliográficas

1. Ashton, A., and Murray, A.B., 2006. High-angle wave instability and emergent shoreline shapes: 2. Wave climate analysis and comparisons to nature: Journal of Geophysical Research, v. 111, F04012.
2. Ashton, A., Murray, B., Arnauly, O., 2001. Formation of coastline features by large-scale instabilities induced by high angle waves. Nature 414, 296 – 299.
3. Basco, D. R. (1985). A Qualitative Description of Wave Breaking. Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering, 111(2), 171–188.
4. Bird, E.C.F., 1996. *Beach Management.* England, Wiley. 281p.
5. Bird, E.C.F., 2008: Coastal Geomorphology: An Introduction. Wiley and Sons, Chichester. 436 pp.
6. BOAK, E.H. and TURNER, I.L., 2005. Shoreline Definition and Detection: A Review. Journal of Coastal Research, 21(4), 688–703. West Palm Beach (Florida), ISSN 0749-0208.
7. Camfield, F.E., Morang, A., 1996. Defining and interpreting shoreline change. Ocean Coast. Manag. 32, 129–151.
8. Cifuentes, O.M.; Rosero, H.L.; Josephraj, S.J. (2017). Detección de cambios de la línea costera del distrito de Buenaventura mediante el uso de sensores remotos. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, Departamento de Ingeniería, Grupo de Investigación en Recursos Hidrobiológicos, 137-152.
9. Cipolletti, M.P.; Delrieux, C.A.; Perillo, G.M.E.; Piccolo, M.C. 2012. Superresolution border segmentation and measurement in remote sensing images. Comput. Geosci., 40, 87–96.
10. Correa, I. y R. Morton. 2010. Pacific coast of Colombia. Encyclopedia of the World's Coastal Landforms. Springer Science Business Media B. 33: 193-197.
11. Cuevas, A. and Eua´n, J., 2009. Morfodina´mica del perfil de playa con sedimentos carbonatados en la Pen´ınsula de Yucata´n. Ciencias Marinas, 35(3), 307–320.

12. Daniels, R.C. 2012. Using ArcMap to Extract Shorelines from Landsat TM & ETM+ Data. In Proceedings of the 32nd ESRI International Users Conference, San Diego, CA.
13. Davies, J.L., 1964. A morphogenic approach to world shorelines. Zeitschrift fdr Geomorphology, 8, Mortensen Sonderheft, pp. 127-142.
14. Davis, R.A. and Hayes, M.O., 1984. What is a wave-dominated coast? Marine Geology, 60, 313-329.
15. Davidson-Arnott R. 2010. Introduction to Coastal Processes and Geomorphology. Cambridge University Press: New York, 442 pp.
16. Dean R.G. (2005) Dynamic Equilibrium of Beaches. In: Schwartz M.L. (eds) Encyclopedia of Coastal Science. Encyclopedia of Earth Science Series. Springer, Dordrecht.
17. Ding, X., Shan, X., Chen, Y., Jin, X., Muhammed, F.R., 2019. Dynamics of shoreline and land reclamation from 1985 to 2015 in the Bohai Sea, China. J. Geogr. Sci. 29, 2031–2046.
18. Dirección de Hidrografía y Navegación. 2020. Tabla de Mareas. Marina de Guerra del Perú 122 pp.
19. Douglas, B.C., Crowell, M., Leatherman, S.P., 1998. Considerations for shoreline position prediction. J. Coast. Res. 14, 1025–1033.
20. Emery, K. (1961). A Simple Method of Measuring Beach Profiles. Limnology and Oceanography 6: 90-93.
21. Environmental Resources Management Perú. (2009). Estudio de Impacto Ambiental del proyecto de perforación de pozos exploratorios, pozos de desarrollo y facilidades de producción del Lote Z - 2B. Ministerio de Energía y Minas.
22. Feng, Y., Liu, Y., Liu, D., 2015. Shoreline mapping with cellular automata and the shoreline progradation analysis in Shanghai, China from 1979 to 2008. Arab. J. Geosci. 8, 4337–4351.
23. Fenster, M.S., Dolant, R., Elder, J.F., 1993. A New Method for Predicting Shoreline Positions from Historical Data. J. Coast. Res. 9, 147–171.
24. Galvin C J. 1968. Breaker Type Classification on Three Laboratory Beaches. *Journal of Geophysical Research*. Vol. 73. N° 12, 3651-3659.
25. Geocatmin (2021). Geoservidor de Sistema de información geológica y catastro minero. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico.
26. HIDRONAV. 2002. Derrotero de la Costa del Perú. Vol. 1. Golfo de Guayaquil a Callao. 280 p.
27. Inch K. W. 2014. Surf zone hydrodynamics: Measuring waves and currents. Geomorphological Techniques.
28. INGEMMET. 1973. *Geología de los Cuadrángulos de Barranca, Ambar, Oyon, Huacho, Huaral y Canta. Boletin Nº 26*. Servidor virtual del Ingemmet.
29. INGEMMET. 1992. *Geología de los Cuadrángulos de Lima, Lurin, Chancay y Chosica. Lima. Boletin Nº 43.* Servidor virtual del Ingemmet.

30. INGEMMET. 1994. *Geología de los cuadrángulos de Paita, Piura, Talara, Sullana, Lobitos, Quebrada Seca, Zorritos, Tumbes y Zarumilla. Boletin Nº 54*. Servidor virtual del Ingemmet.
31. INGEMMET. 2021. Geoportal Geocatmin. Recuperado de https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/ .
32. Iñigo, R., Losada, M. y Vidal, C. (1995). Variabilidad de los perfiles de playa: forma y distribución granulométrica. Ingeniería del Agua. Vol. 2. Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas. Universidad de Cantabria. Santander, España.
33. Iñiguez, et al. (2007). La gestión integral en playas turísticas: herramientas para la competitividad. Gaceta Ecológica, 77-83.
34. Instituto Nacional de Defensa Civil, 2007. Estudio: Mapa de Peligros de la Ciudad de Huacho – INDECI – PNUD PER/02/051 00014426 – Ciudades Sostenibles, p. 84.
35. Jackson, D.W.T.; Short, A. Sandy Beach Morphodynamics; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2020.
36. Joevivek, V.J., Chandrasekar, N., Jayangondaperumal, R. et al. 2019. An interpretation of wave refraction and its influence on foreshore sediment distribution. Acta Oceanol. Sin. 38, 151–160.
37. Joseph, M.B., Preston, D.L., Johnson, P.T.J., 2016. Integrating occupancy models and structural equation models to understand species occurrence. Ecology 97, 765–775.
38. Jutla, A., Akanda, A.S., Huq, A., Faruque, A.S.G., Colwell, R., Islam, S., 2013.A watermarker monitored by satellites to predict seasonal endemic cholera. Remote Sens. Lett. 4 (8), 822–831.
39. Kuleli, T., 2010. Quantitative analysis of shoreline changes at the Mediterranean Coast in Turkey. Environ. Monit. Assess. 387–397.
40. Maiti, S., Bhattacharya, A.K., 2009. Shoreline change analysis and its application to prediction: a remote sensing and statistics based approach. Mar. Geol. 257 (1–4), 11–23.
41. Mallqui, C.; Alejo, G.; Barbosa A.; Cachay, J.; Carhuamaca, G.; Chávez, E.; Delgado, I.; Evanan, E.; Galván L., Lolo L.; Olivas, M.; Rojas F.; Tovar, Jhon; Trujillo, D.; Vásquez, T.; Vela, J. (2019). Entre el valle y el mar: Aproximaciones a la ciudad de Chancay. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Sociales, Escuela de Geografía.
42. Mangor, K., Dronen, N., Kasper, H., Sten, K. 2017. Shoreline Management Guidelines. University of Copenhagen.
43. Mangor, Karsten. 2004. "Shoreline Management Guidelines". DHI Water and Environment, 294pp.
44. Martín Prieto, J. Á., Roig Munar, F. X., Rodríguez Perea, A., Pons Buades, G. X., Mir Gual, M., y Gelabert Ferrer, B. 2018: "Análisis de la evolución histórica de la línea de costa de la playa de Es Trenc (S. de Mallorca): causas y consecuencias", GeoFocus (Artículos), nº 21, p. 187-214.

45. Martínez, M. L., Maun, M. A., & Psuty, N. P. 2008. The Fragility and Conservation of the World's Coastal Dunes: Geomorphological, Ecological and Socioeconomic Perspectives. Coastal Dunes, 355–369.
46. Martínez, R.W.; Ordaz, H.A.; Garatachia, R.J. 2020. Evolución de la línea de costa de la península de Yucatán entre 1980 y 2019: potencial fuente de riesgo socionatural. Universidad Autónoma del Estado de México, Minería y Geología, p. 404-4027.
47. Masselink, G., M. G. Hughes, and J. Knight. 2011. Coastal Processes & Geomorphology, Hodder Education, London, U. K.
48. McLachlan, A., and Defeo, O. 2018. 'The Ecology of Sandy Shores', 3rd Edn. (Academic Press: London, UK.).
49. Ministerio del Ambiente. 2016. Procedimiento técnico y metodológico para la elaboración del estudio especializado Ecosistemas y Hábitat Marino Costero, Pauta 5: Evaluación de la erosión y transporte de sedimentos. RM N°147-2016.
50. Ministerio del Ambiente. 2019. Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú: Memoria descriptiva. Lima: NEGRAPATA S.A.C.
51. Mishra, M., Chand, P., Pattnaik, N., Kattel, D.B., Panda, G.K., Mohanti, M., Baruah, U.D., Chandniha, S.K., Achary, S., Mohanty, T., 2019. Response of long- to Short- term changes of the Puri Coastline of Odisha (India) to natural and anthropogenic factors: a remote sensing and statistical assessment. Environ. Earth Sci. 78 (338), 1–23.
52. Mishra, M., Sudarsan, D., Kar, D., Naik, A.K., Das, P.P., Santos, C.A.G., Silva, R.M., 2020. The development and research trend of using DSAS tool for shoreline change analysis: a scientometric analysis. J. Urban Environ. Eng. 14 (1), 69–77.
53. Moore, L.J., 2000. Shoreline mapping techniques. J. Coast. Res. 16, 111–124.
54. Municipalidad Distrital de Chancay (2009). Plan de Desarrollo Urbano del Distrito de Chancay. Chancay: Municipalidad Distrital de Chancay.
55. Municipalidad Provincial de Huaura (2013). Plan de Desarrollo Urbano de la cuidad de Huacho. Huacho: Municipalidad Provincial de Huaura.
56. Nandi, S., Ghosh,M., Kundu, A., Dutta, D., Baski,M., 2016. Shoreline shifting and its prediction using remote sensing and GIS techniques: a case study of Sagar Island,West Bengal (India). J. Coast. Conserv. 20, 61–80.
57. Nassar, K., Mahmod, W.E., Fath, H., Masria, A., Nadaoka, K., Negm, A., 2018a. Shoreline change detection using DSAS technique: case of North Sinai coast, Egypt. Mar. Georesour. Geotechnol., 1–15.
58. Nassar, Karim, Fath, H., Mahmod, W.E., Masria, A., Nadaoka, K., Negm, A., 2018b. Automatic detection of shoreline change: case of North Sinai Coast, Egypt. J. Coast. Conserv. 22, 1057–1083.
59. Novoa, Z., (2007). Geografía de las zonas Marino-Costeras: El Litoral Pacífico Peruano". Lima: Sociedad Geográfica de Lima.

60. Odériz M I, Mendoza B E, Martínez M L, Silva C R. 2014. Efecto de la berma en el sistema playa-duna en condiciones de tormenta. XXIII Congreso Nacional de Hidráulica, Puerto Vallarta, Jalisco México.
61. Parker, B. (2001) Where is the shoreline? Hydro International, 5(5): 6–9.
62. Patiño, P. (s.f.). La importancia del monitoreo de la variación de la Línea de Costa.
63. Payo A, Kobayashi N, Muñoz-Pérez J, Yamada F. 2008. Predictibilidad de la formación de escarpe en playas de arena en un estanque multidireccional de oleaje. Ciencias Marinas, 34(1): 45-54.
64. Posada, B.O., W. Henao y G. Guzmán. 2009. Diagnóstico de la erosión y sedimentación en la zona costera del Pacífico colombiano. INVEMAR, Serie Publicaciones Especiales No. 17, Santa Marta, 148 p.
65. Psuty, N.P., 2004. The coastal foredune: a morphological basis for regional coastal dune development. In: Martínez, M.L., Psuty, N. (Eds.), Coastal Dunes: Ecology and Conservation. SpringerVerlag, Berlin, pp. 11–28.
66. Reyes, J.L., Benavente, J., Gracia, F.J. y López Aguayo, F. 1996. Efectos de los temporales sobre las playas de la Bahía de Cádiz. Cuadernos do Laboratorio Xeoloxico de Laxe, 21: 631 - 643.
67. Ritchie, J.C., Cooper, C.M., Schiebe, F.R., 1990. The relationship of MSS and TM digital data with suspended sediments, chlorophyll, and temperature in moon Lake, Mississippi. Remote Sens. Environ. 33 (2), 137–148.
68. Rondón, G. (2011). Análisis de la variación temporal de la línea de costa y caracterización de la geomorfología litoral: bahía de Paita, Perú 1946-2007. Lima.
69. Rondón, G. 2011. Análisis de la variación temporal de la línea de costa y caracterización de la línea de costa y caracterización de la geomorfología litoral: Bahía de Paita, Perú. Espacio y Desarrollo 23: 93-114.
70. Serrato, P. (2018). Conceptos básicos de interpretación de aerofotografías e imágenes satelitales. Bogotá: Instituto Geografico Agustín Codazzi.
71. Shepard, F.P. and Wanless, H.R. (1971) Our Changing Coastlines. McGraw-Hill, New York.
72. Short, A. D. (2001). Beaches, Physical Processes Affecting. Encyclopedia of Ocean Sciences, 305–315.
73. Short, A. D. (2012) Coastal Processes and Beaches. Nature Education Knowledge 3(10):15.
74. Short, A.D., 1999. Wave-dominated beaches. In: Short, A.D. (Ed.), Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics. John Wiley & Sons, Chichester, pp. 173–203.
75. Stanchev, H., Stancheva, M., Young, R., Palazov, A., 2018. Ocean & coastal management analysis of shoreline changes and cliff retreat to support marine spatial planning in Shabla Municipality, Northeast Bulgaria. Ocean Coast. Manag. 156, 127–140.
76. Sytnik, O., Del Río, L., Greggio, N., Bonetti, J., 2018. Historical shoreline trend analysis and drivers of coastal change along the Ravenna Coast, NE Adriatic. Environ. Earth Sci. 77 (23), 1–20.

77. Thieler, E.R., et al., 2005. Digital shoreline analysis system (DSAS) version 3.0: an Arcgis extension for calculating shoreline change. Open File Report 2005—1304. United States Geological Survey.
78. Thieler, E.R., et al., 2009. Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0 - An ArcGIS extension for calculating shoreline change (ver. 4.4, July 2017): U.S. Geological Survey Open-File Report 2008-1278.
79. Toure, S., Diop, O., Kpalma, K., Maiga, A., 2019. Shoreline Detection using Optical Remote Sensing: A Review. ISPRS Int. J. Geo-Information 8, 75.
80. Tran Thi, V., Xuan, A.T.T., Nguyen, H.P., Dahdouh-Guebas, F., Koedam, N., 2014. Application of remote sensing and GIS for detection of long-term mangrove shoreline changes in Mui Ca Mau, Vietnam. Biogeosciences 11, 3781–3795.
81. Trenhaile A.S. 2005. Beach Sediment Characteristics. In: Schwartz M.L. (eds) Encyclopedia of Coastal Science. Encyclopedia of Earth Science Series. Springer, Dordrecht.
82. Trenhaile, A.S., 1997. Coastal Dynamics and Landforms. Oxford: Oxford University Press.
83. USACE. 1984. Shore Protection Manual. US Army Corps of Engineers.
84. Villanueva D. 2017. Geomorfología, Dinámicas y Vulnerabilidad Costera: Identificación de la vulnerabilidad costera en los balnearios de Máncora, Los Órganos y Punta Sal. Tesis de pregrado; PUCP, Facultad de Letras y Ciencias Humanas, Lima-Perú, 114p.
85. Vos, K.; Harley, M.D.; Splinter, K.D.; Simmons, J.A.; Turner, I.L. 2019b. Sub-annual to multi-decadal shoreline variability from publicly available satellite imagery. Coast. Eng., 150, 160–174.
86. Vos, K.; Splinter, K.D.; Harley, M.D.; Simmons, J.A.; Turner, I.L. 2019a. CoastSat: A Google Earth Engine-enabled Python toolkit to extract shorelines from publicly available satellite imagery. Environ. Model. Softw, 122, 104528.
87. Walsh Perú S.A. (2009). Estudio de Impacto Ambiental y Social Prospección Sísmica 2D Y 3D Lote Z-49. Ministerio de Energía y Minas.
88. Weather Spark (s.f.). El clima típico de cualquier lugar del mundo. Recuperado de https://es.weatherspark.com/.
89. Woodcock, C.E., Allen, A.A., Anderson, M., Belward, A.S., Bindschadler, R., Cohen, W.B., Gao, F., Goward, S.N., Helder, D., Helmer, E., Nemani, R., Oreapoulos, L., Schott, J., Thenkabail, P.S., Vermote, E.F., Vogelmann, J., Wulder, M.A., Wynne, R., 2008. Free acess to Landsat imagery. Science 320, 1011.
90. Wright LD, Short AD. 1984. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: A synthesis: Mar. Geol. 56: 93–118.

91. Yepes, V. (1999). Las playas en la gestión sostenible del litoral. Cuadernos de Turismo, 89-110.

9. Apéndice

Apéndice A

APÉNDICE A-1. Lista de los perfiles de playa medidos, periodo 1, estación primavera, donde se muestra los nombres, códigos asignados a cada perfil, fechas de medición, tipo de sustrato y tipo de rotura de ola.

DISTRITO PROVINCIA DEPARTAMENTO	NOMBRE DE LA PLAYA	NOMBRE DEL PERFIL	CÓDIGO DEL PERFIL	FECHA DE MEDICIÓN	TIPO DE SUSTRATO	TIPO DE ROTURA DE OLA[9]
Chancay Huaral Lima	Chancay	Perfil A	PCHA	23/10/2020	Arena	Colapso
		Perfil B	PCHB	23/10/2020	Arena	Colapso
		Perfil C	PCHC	23/10/2020	Arena	Colapso
		Perfil CD	PCHCD	24/10/2020	Arena	Colapso
		Perfil D	PCHD	24/10/2020	Arena	Colapso
Huacho Huaura Lima	Huacho	Perfil A	PHUA	25/10/2020	Arena	Colapso
		Perfil B	PHUB	25/10/2020	Arena	Colapso
		Perfil C	PHUC	25/10/2020	Arena	Colapso
		Perfil D	PHUD	26/10/2020	Arena	Colapso
		Perfil E	PHUE	26/10/2020	Arena	Colapso
Supe Puerto Barranca Lima	La Isla	Perfil A	PLIA	28/10/2020	Arena	Colapso
		Perfil B	PLIB	28/10/2020	Arena	Colapso
	Supe Puerto	Perfil A	PSPA	27/10/2020	Arena	Colapso
		Perfil B	PSPB	27/10/2020	Arena	Colapso

[9] Galvin C J. 1968. Breaker Type Classification on Three Laboratory Beaches. Journal of Geophysical Research. Vol. 73. N° 12, 3651-3659.

DISTRITO PROVINCIA DEPARTAMENTO	NOMBRE DE LA PLAYA	NOMBRE DEL PERFIL	CÓDIGO DEL PERFIL	FECHA DE MEDICIÓN	TIPO DE SUSTRATO	TIPO DE ROTURA DE OLA[9]
		Perfil C	PSPC	27/10/2020	Arena	Colapso
El Alto Talara Piura	Cabo Blanco	Perfil A	PCBA	30/10/2020	Arena	Colapso
		Perfil B	PCBB	30/10/2020	Arena	Colapso
		Perfil C	PCBC	03/11/2020	Arena	Colapso
		Perfil D	PCBD	03/11/2020	Arena	Colapso
		Perfil E	PCBE	03/11/2020	Arena	Colapso
Los Órganos Talara Piura	Los Órganos	Perfil B	PORB	04/11/2020	Arena	Colapso
		Perfil C	PORC	04/11/2020	Arena	Colapso
	Vichayito	Perfil A	PVIA	31/10/2020	Arena	Colapso
		Perfil B	PVIB	31/10/2020	Arena	Colapso
		Perfil C	PVIC	31/10/2020	Arena	Colapso
Máncora Talara Piura	Máncora	Perfil A	PMAA	01/11/2020	Arena	Colapso
		Perfil B	PMAB	01/11/2020	Arena	Colapso
		Perfil C	PMAC	01/11/2020	Arena	Colapso
		Perfil D	PMAD	02/11/2020	Arena	Colapso
		Perfil E	PMAE	02/11/2020	Arena	Voluta

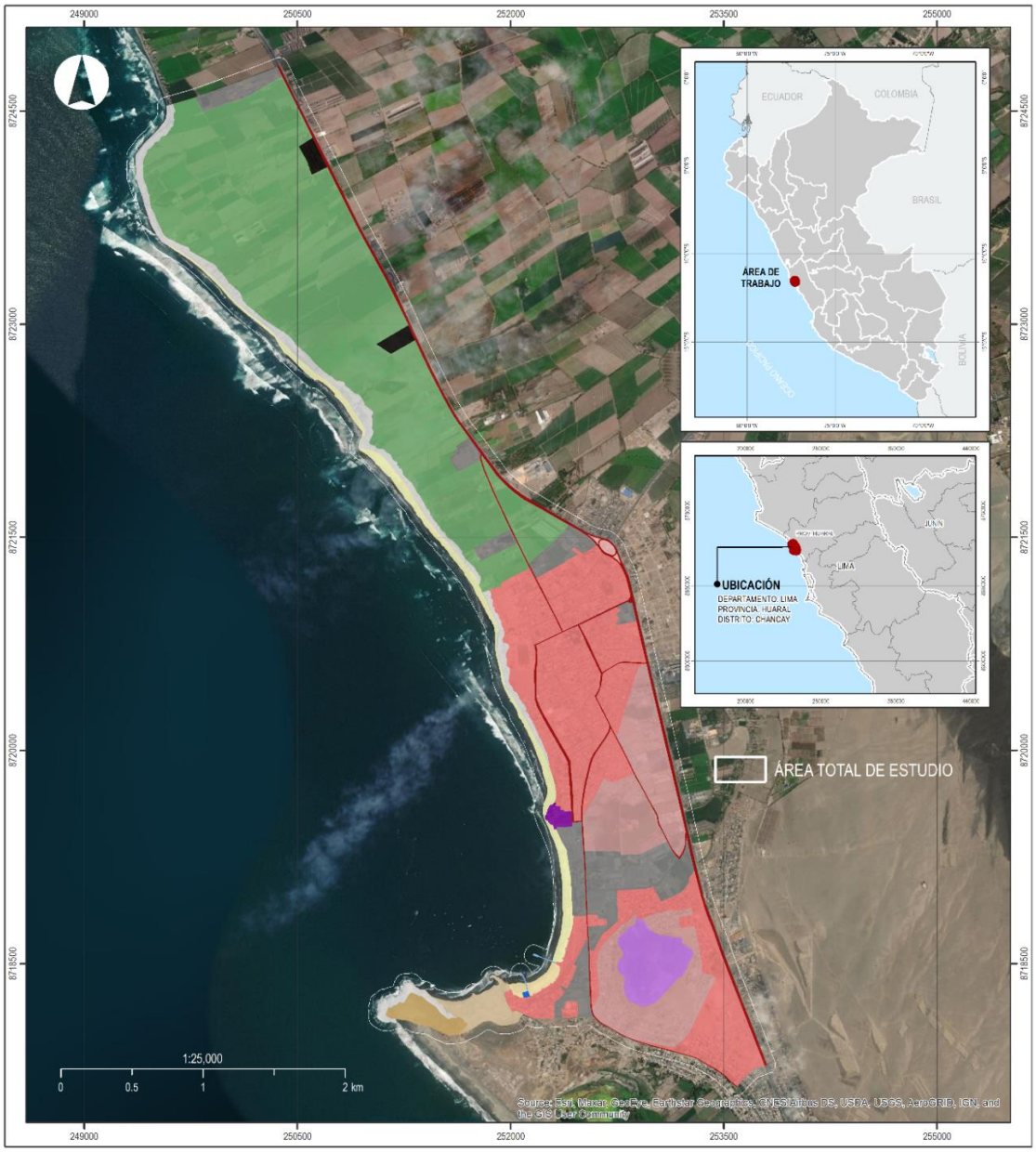
APÉNDICE A-2. Lista de los perfiles de playa medidos, periodo 2, estación verano, donde se muestran los nombres, códigos asignados a cada perfil, fechas de medición, tipo de sustrato y tipo de rotura de ola. * Se midió un nuevo perfil PSPBC en vez de PSPC.

DISTRITO PROVINCIA DEPARTAMENTO	NOMBRE DE LA PLAYA	NOMBRE DEL PERFIL	CÓDIGO DEL PERFIL	FECHA DE MEDICIÓN	TIPO DE SUSTRATO	TIPO DE ROTURA DE OLA[10]
Chancay Huaral Lima	Chancay	Perfil A	PCHA	24/12/2020	Arena	Colapso
		Perfil B	PCHB	24/12/2020	Arena	Colapso
		Perfil C	PCHC	25/12/2020	Arena	Colapso
		Perfil CD	PCHCD	25/12/2020	Arena	Colapso
		Perfil D	PCHD	25/12/2020	Arena	Colapso
Huacho Huaura Lima	Huacho	Perfil A	PHUA	26/12/2020	Arena	Colapso
		Perfil B	PHUB	26/12/2020	Arena	Colapso
		Perfil C	PHUC	26/12/2020	Arena	Colapso
		Perfil D	PHUD	27/12/2020	Arena	Colapso
		Perfil E	PHUE	27/12/2020	Arena	Colapso
Supe Puerto Barranca Lima	La Isla	Perfil A	PLIA	28/12/2020	Arena	Colapso
		Perfil B	PLIB	28/12/2020	Arena	Colapso
	Supe Puerto	Perfil A	PSPA	28/12/2020	Arena	Colapso
		Perfil B	PSPB	29/12/2020	Arena	Colapso
		Perfil BC	PSPBC*	29/12/2020	Arena	Colapso
El Alto Talara Piura	Cabo Blanco	Perfil A	PCBA	31/12/2020	Arena	Colapso
		Perfil B	PCBB	31/12/2020	Arena	Colapso
		Perfil C	PCBC	01/01/2021	Arena	Colapso
		Perfil D	PCBD	01/01/2021	Arena	Colapso

[10] Galvin C J. 1968. Breaker Type Classification on Three Laboratory Beaches. Journal of Geophysical Research. Vol. 73. N° 12, 3651-3659.

DISTRITO PROVINCIA DEPARTAMENTO	NOMBRE DE LA PLAYA	NOMBRE DEL PERFIL	CÓDIGO DEL PERFIL	FECHA DE MEDICIÓN	TIPO DE SUSTRATO	TIPO DE ROTURA DE OLA[10]
		Perfil E	PCBE	01/01/2021	Arena	Colapso
Los Órganos Talara Piura	Los Órganos	Perfil B	PORB	02/01/2021	Arena	Colapso
		Perfil C	PORC	02/01/2021	Arena	Colapso
	Vichayito	Perfil A	PVIA	03/01/2021	Arena	Colapso
		Perfil B	PVIB	03/01/2021	Arena	Colapso
		Perfil C	PVIC	03/01/2021	Arena	Colapso
Máncora Talara Piura	Máncora	Perfil A	PMAA	04/01/2021	Arena	Colapso
		Perfil B	PMAB	04/01/2021	Arena	Colapso
		Perfil C	PMAC	04/01/2021	Arena	Colapso
		Perfil D	PMAD	05/01/2021	Arena	Colapso
		Perfil E	PMAE	05/01/2021	Arena	Voluta

APÉNDICE A-3. Mapa de cobertura y uso actual de la tierra del ámbito de la playa Chancay.



COBERTURA Y USO ACTUAL DE LA TIERRA DE LA PLAYA CHANCAY

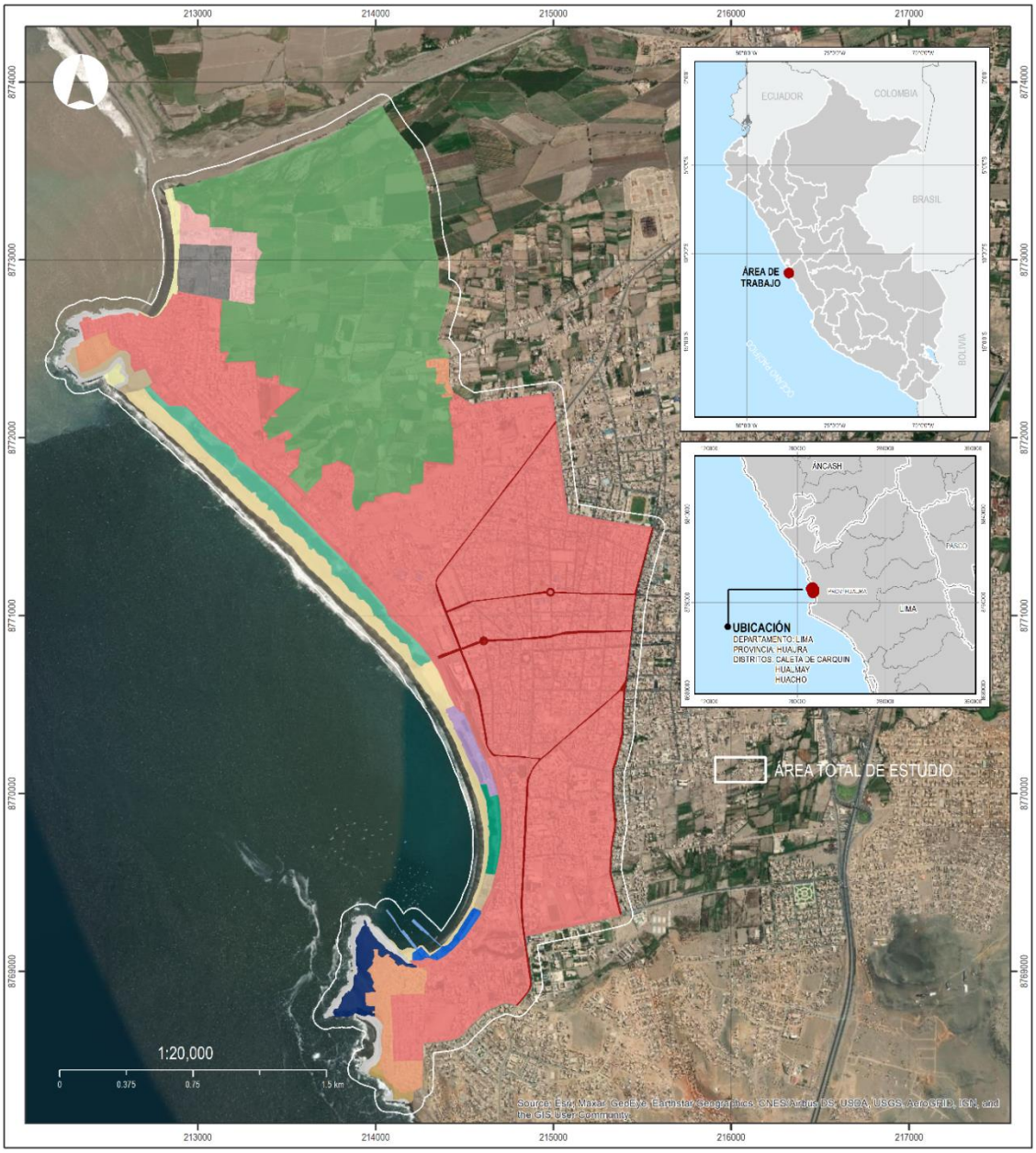
Cobertura general	Subtipo 1	Subtipo 2	Uso actual	Color	Área (ha)	Porcentaje %
Cobertura Natural	Colina	Colinas sin vegetación	Sin uso		7.82	1.03
	Costa Rocosa	Acantilados	Sin uso		31.90	4.19
	Costa sedimentaria o acumulación	Playa de arena	Turístico		23.06	3.03
			Turístico y Pesca artesanal		3.23	0.42
	Planicie	Llanura sin vegetación	Sin uso		10.24	1.35
	Área agrícola	Zona Agrícola	Agricultura		299.33	39.34
Cobertura Antrópica	Área Comercial	Castillo de Chancay	Turístico		2.28	0.30
	Área Industrial	Zona Industrial	Industrial		62.64	8.23
	Área urbana	Tejido urbano continuo	Equipamiento		1.03	0.14
			Residencial y equipamiento		180.36	23.70
		Tejido urbano discontinuo	Residencial y equipamiento		88.98	11.69
	Infaestructura	Muelles	Turístico y Pesca artesanal		0.27	0.04
		Terminal Portuario	Pesca artesanal		0.18	0.02
		Vía terrestre	Transporte		23.41	3.08
Otras coberturas	Otras coberturas	Otras coberturas	Otros usos		5.12	0.67
	Otras coberturas	Zona arqueológica	Turística - Cultural		21.03	2.76
				Total	760.88	100.00

CONSULTORÍA
EVALUACIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA

MAPA DE COBERTURA Y USO ACTUAL DE LA TIERRA DEL ÁMBITO TERRITORIAL DE LA PLAYA CHANCAY

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 1984 UTM Zone 18S	ESCALA: 1: 25 000	TIPO DE HOJA: A3
FUENTE: - IMAGEN SATELITAL SASPLanet - LÍMITES DEPARTAMENTALES (PCM, 2016)	ELABORADO POR: SACH. ANTONELLA MARGOTT GONZALEZ VÁSQUEZ	
	REVISADO POR: ING. FÉLIX ARTURO CAMPUSANO BALTAZAR	
FECHA: OCTUBRE DEL 2020	APROBADO POR: --	
EMPRESA EJECUTANTE:	FIRMA:	

APÉNDICE A-4. Mapa de cobertura y uso actual de la tierra del ámbito de la playa Huacho.



COBERTURA Y USO ACTUAL DE LA TIERRA DE LA PLAYA HUACHO

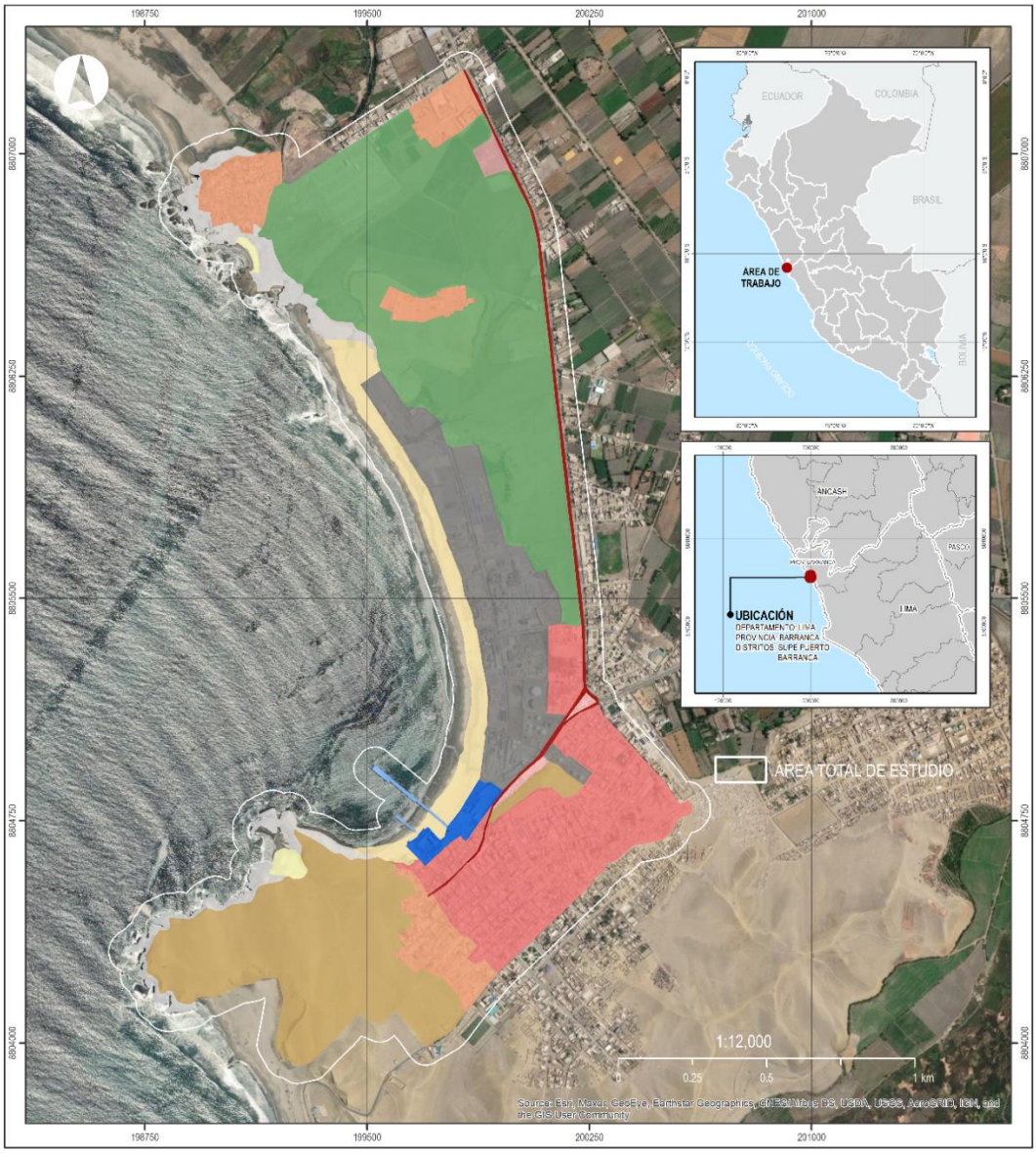
Cobertura general	Subtipo 1	Subtipo 2	Uso actual	Color	Área (ha)	Porcentaje %
Cobertura Natural	Colina	Colinas sin vegetación	Sin uso		1.25	0.18
	Costa Rocosa	Acantilados	Sin uso		9.53	1.35
	Costa sedimentaria o acumulación	Humedal costero	Sin uso		17.77	2.51
			Turistico		3.19	0.45
		Playa de arena	Turistico		3.49	0.49
			Turistico y Pesca artesanal		24.74	3.50
	Planicie	Llanura sin vegetación	Sin uso		4.65	0.66
	Terraza marina	Terraza marina	Sin uso		6.72	0.95
	Area agrícola	Zona Agricola	Agricultura		207.13	29.31
	Área Industrial	Zona Industrial	Industrial		8.49	1.20
Cobertura Antrópica	Área urbana	Tejido urbano continuo	Equipamiento		10.35	1.46
			Residencial y equipamiento		376.52	53.28
			Turistico		4.21	0.60
		Tejido urbano discontinuo	Residencial		17.19	2.43
	Infaestructura	Muelles	Turistico y Pesca artesanal		0.60	0.09
		Terminal Portuario	Pesca artesanal		2.34	0.33
		Via terrestre	Transporte		8.58	1.21
				Total	706.74	100.00

CONSULTORÍA
EVALUACIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA

MAPA DE COBERTURA Y USO ACTUAL DE LA TIERRA DEL ÁMBITO TERRITORIAL DE LA PLAYA HUACHO

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 1984 UTM Zona 18S	ESCALA: 1 : 20 000	TIPO DE HOJA: A3
FUENTE: - IMAGEN SATELITAL SASPlanet - LÍMITES DEPARTAMENTALES (PCM, 2018)	ELABORADO POR: BACH. ANTONELLA NAVCOT I GONZÁLEZ VÁSQUEZ	
	REVISADO POR: ING. FÉLIX ARTURO CAMPUSANO BALTAZAR	
FECHA: OCTUBRE DEL 2020	APROBADO POR: --	
EMPRESA EJECUTANTE:	FIRMA:	

APÉNDICE A-5. Mapa de cobertura y uso actual de la tierra del ámbito de las playas Supe Puerto.



COBERTURA Y USO ACTUAL DE LA TIERRA DE LA PLAYA SUPE PUERTO

Cobertura	Subtipo 1	Subtipo 2	Uso actual	Color	Área (ha)	Porcentaje %
Cobertura Natural	Colina	Colinas sin vegetación	Sin uso		43.01	17.77
	Costa Rocosa	Acantilados	Sin uso		11.05	4.56
	Costa sedimentaria o acumulación	Playa de arena	Turístico		1.29	0.53
			Turístico y Pesca artesanal		12.65	5.23
Cobertura Antrópica	Área agrícola	Zona Agrícola	Agricultura		79.73	32.94
	Área Industrial	Zona Industrial	Industrial		30.23	12.49
	Área urbana	Tejido urbano continuo	Equipamiento		0.83	0.34
			Residencial y equipamiento		37.56	15.52
		Tejido urbano discontinuo	Equipamiento		0.99	0.41
			Residencial		18.34	7.58
	Infaestructura	Muelles	Turístico y Pesca artesanal		0.46	0.19
		Terminal Portuario	Pesca artesanal		2.74	1.13
		Vía terrestre	Transporte		3.17	1.31
				Total	242.05	100.00

CONSULTORÍA
EVALUACIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA

MAPA DE COBERTURA Y USO ACTUAL DE LA TIERRA DEL ÁMBITO TERRITORIAL DE LA PLAYA SUPE PUERTO

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 1984 UTM Zona 18S	ESCALA: 1: 12 000	TIPO DE HOJA: A3
FUENTE: - IMAGEN SATELITAL SASPI.net - LIMITES DEPARTAMENTALES (PCM, 2016);	ELABORADO POR: BACH. ANTONELLA VARGOTT GONZÁLEZ VÁSQUEZ	
	REVISADO POR: ING. FÉLIX ARTURO CAMPUSANO SALTAZAR	
FECHA: OCTUBRE DEL 2020	APROBADO POR: –	
EMPRESA EJECUTANTE:	FIRMA	

APÉNDICE A-6. Mapa de cobertura y uso actual de la tierra del ámbito de la playa Cabo Blanco.

COBERTURA Y USO ACTUAL DE LA TIERRA DE LA PLAYA CABO BLANCO

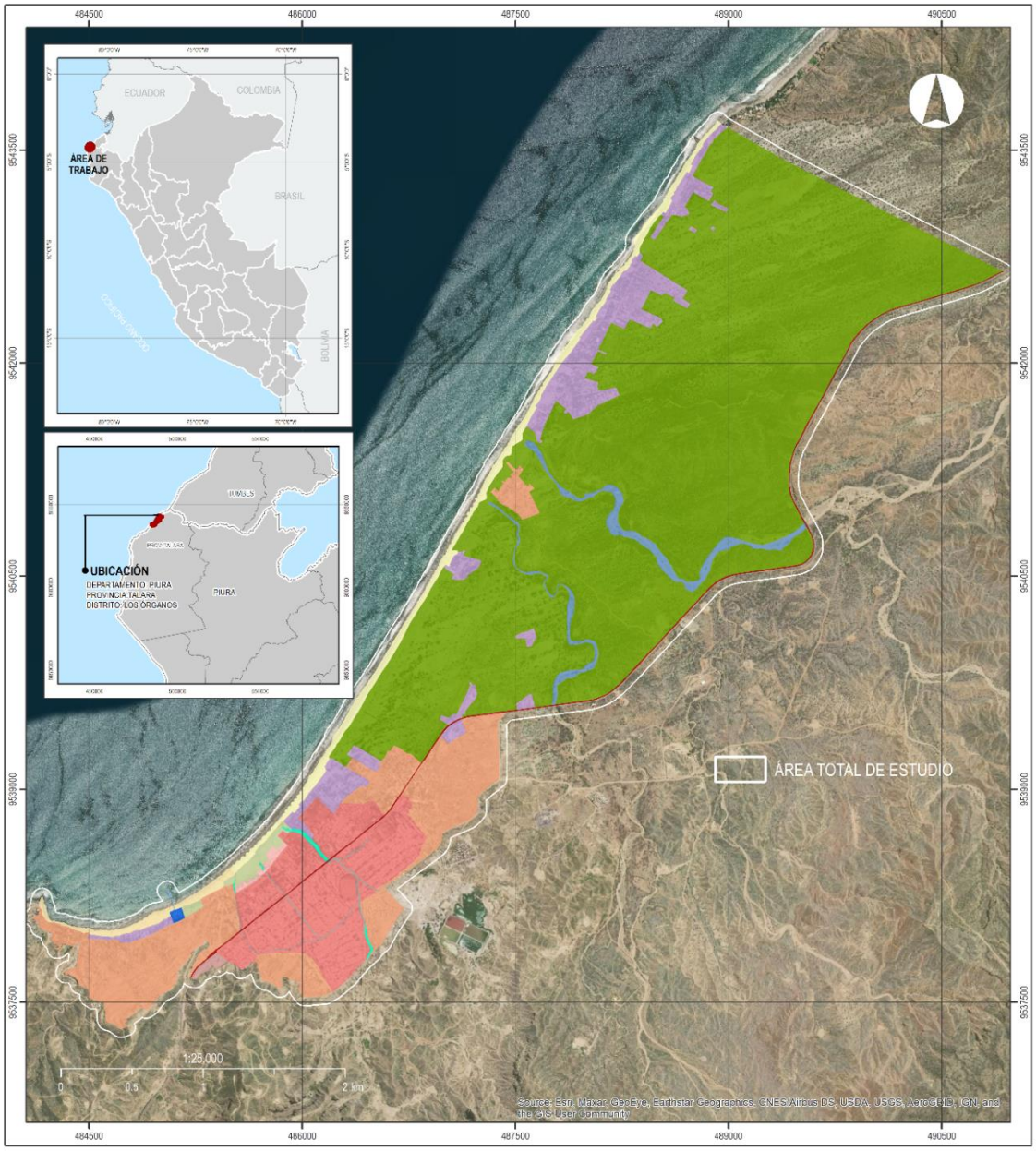
Cobertura general	Subtipo 1	Subtipo 2	Uso actual	Color	Área (ha)	Porcentaje %
Cobertura Natural	Colina	Colinas disectadas con matorrales	Sin uso		39.19	38.69
		Colinas disectadas sin vegetación	Sin uso		31.94	31.53
	Costa sedimentaria o acumulación	Playa de arena	Pesca artesanal		9.01	8.90
			Turístico y Pesca artesanal		4.15	4.10
	Planicie	Llanura sin vegetación	Sin uso		11.43	11.28
Cobertura Antrópica	Área urbana	Tejido urbano discontinuo	Residencial		2.72	2.69
			Residencial y equipamiento		0.92	0.91
	Infaestructura	Canal antrópico	Desfogue		0.25	0.25
		Muelle	Turístico y Pesca artesanal		0.16	0.15
		Terminal Portuario	Pesca artesanal		0.44	0.43
		Vía terrestre	Transporte		0.99	0.98
	Otras coberturas	Pozos petroleros	Hidrocarburos		0.08	0.08
				Total	101.29	100.00

CONSULTORÍA
EVALUACIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA

MAPA DE COBERTURA Y USO ACTUAL DE LA TIERRA DEL ÁMBITO TERRITORIAL DE LA PLAYA CABO BLANCO

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 1984 UTM Zona 17S	ESCALA: 1 : 10 000	TIPO DE HOJA: A3
FUENTE: - IMAGEN SATELITAL SASPLanet - LIMITES DEPARTAMENTALES (PCM, 2018)	ELABORADO POR: BACH. JANETH CAMILA DELGADO GALVAN	
	REVISADO POR: ING. FÉLIX ARTURO CAMPUSANO BALTAZAR	
FECHA: OCTUBRE DEL 2020	APROBADO POR: --	
EMPRESA EJECUTANTE:	FIRMA:	

APÉNDICE A-7. Mapa de cobertura y uso actual de la tierra del ámbito de la playa Vichayito – Los Órganos.



COBERTURA Y USO ACTUAL DE LA TIERRA DE LA PLAYA VICHAYITO

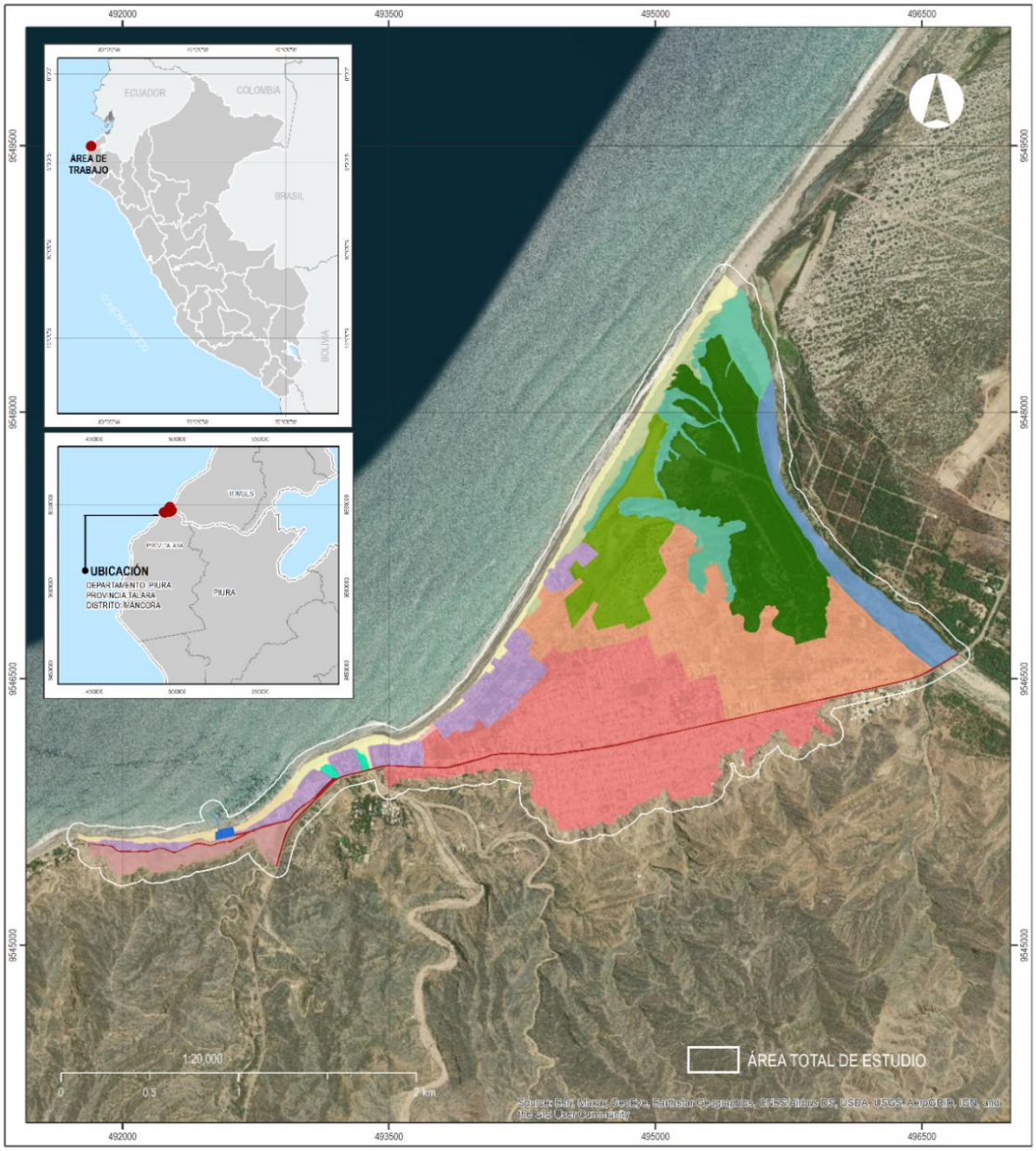
Cobertura	Subtipo 1	Subtipo 2	Uso actual	Color	Área (ha)	Porcentaje %
Cobertura Natural	Costa sedimentaria o acumulación	Playa de arena	Turístico		27.48	2.54
			Turístico y pesca artesanal		7.16	0.66
	Planicie	Canal natural	Sin uso		1.56	0.14
		Llanura con bosque estacionalmente seco	Bosque Natural		712.64	65.82
		Llanura con matorral xérico	Pesca artesanal		6.03	0.56
		Quebrada seca	Sin uso		18.35	1.69
Cobertura Antrópica	Área Comercial	Zona hotelera	Turístico		67.16	6.20
	Área urbana	Tejido urbano continuo	Equipamiento		2.11	0.19
			Residencial y equipamiento		99.49	9.19
		Tejido urbano discontinuo	Residencial		128.92	11.91
			Residencial y equipamiento		1.63	0.15
	Infaestructura	Canal antrópico	Desfogue		2.28	0.21
		Muelle	Turístico y pesca artesanal		0.11	0.01
		Terminal Portuario	Pesca artesanal		0.73	0.07
		Vía terrestre	Transporte		7.09	0.65
				Total	1082.74	100.00

CONSULTORÍA
EVALUACIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA

MAPA DE COBERTURA Y USO ACTUAL DE LA TIERRA DEL ÁMBITO TERRITORIAL DE LA PLAYA VICHAYITO

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 1984 UTM Zona 17S	ESCALA: 1 : 25 000	TIPO DE HOJA: A3
FUENTE: - IMAGEN SATELITAL SASPlanet - LIMITES DEPARTAMENTALES (PCM, 2016)	ELABORADO POR: BACH. JANETH CAMILA DELGADO GALVAN	
	REVISADO POR: ING. FÉLIX ARTURO CAMPUSANO BALTAZAR	
FECHA: OCTUBRE DEL 2020	APROBADO POR: –	
EMPRESA EJECUTANTE:	FIRMA:	

APÉNDICE A-8. Mapa de cobertura y uso actual de la tierra del ámbito de la playa Máncora.



COBERTURA Y USO ACTUAL DE LA TIERRA DE LA PLAYA MÁNCORA

Cobertura general	Subtipo 1	Subtipo 2	Uso actual	Color	Área (ha)	Porcentaje %
Cobertura Natural	Costa sedimentaria o acumulación	Humedal costero	Sin uso		33.34	7.53
		Playa de arena	Turístico		12.84	2.90
			Turístico y pesca artesanal		3.90	0.88
	Planicie	Bosque estacionalmente seco ribereño	Bosque Natural		72.59	16.39
		Canal natural	Sin uso		0.96	0.22
		Llanura con bosque estacionalmente seco	Bosque Natural		33.47	7.55
		Llanura con matorral xérico	Turístico		9.98	2.25
Cobertura Antrópica	Área comercial	Quebrada seca	Sin uso		20.08	4.53
		Zona hotelera	Turístico		31.22	7.05
	Área urbana	Tejido urbano continuo	Equipamiento		0.36	0.08
			Residencial y equipamiento		120.43	27.19
		Tejido urbano discontinuo	Residencial		86.89	19.61
			Residencial y equipamiento		11.65	2.63
		Muelle	Turístico y pesca artesanal		0.08	0.02
	Infaestructura	Terminal Portuario	Pesca artesanal		0.55	0.13
		Vía terrestre	Transporte		4.65	1.05
				Total	442.99	100.00

CONSULTORÍA
EVALUACIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA

MAPA DE COBERTURA Y USO ACTUAL DE LA TIERRA DEL ÁMBITO TERRITORIAL DE LA PLAYA MÁNCORA

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 1984 UTM Zona 17S	ESCALA: 1 : 20 000	TIPO DE HOJA: A3
FUENTE: - IMAGEN SATELITAL SASPLanet - LÍMITES DEPARTAMENTALES (PCM, 2016)	ELABORADO POR: BACH. JANETH CAMILA DELGADO GALVAN	
	REVISADO POR: ING. FÉLIX ARTURO CAMPUSANO BALTAZAR	
FECHA: OCTUBRE DEL 2020	APROBADO POR: --	
EMPRESA EJECUTANTE:	FIRMA:	

APÉNDICE A-9. Tabla con las coordenadas de la ubicación y dirección con rumbo y distancias de los perfiles de playa en Chancay, -huacho y Supe Puerto en periodo 1, primavera 2020.

LOCALIDAD	CÓDIGO DEL PERFIL	INICIO: LOCALIZACIÓN UTM (WGS84) ZONA 18L		FINALIZACIÓN: LOCALIZACIÓN UTM (WGS84) ZONA 18L		Dirección: rumbo	Distancia total	Distancia LMAM	Distancia LAM	Distancia LBM
		NORTE	ESTE	NORTE	ESTE					
CHANCAY	PCHA	8718305.12	252083.35	8718351.25	252047.02	N 38.23 W	60.70	23.00	46.99	60.70
	PCHB	8718333.22	252228.72	8718399.39	252185.96	N 32.87 W	78.05	53.97	74.95	78.05
	PCHC	8718409.38	252287.79	8718444.35	252245.29	N 50.56 W	53.94	26.96	32.95	53.94
	PCHCD	8718590.09	252370.69	8718598.96	252343.68	N 71.83 W	29.91	8.97	18.46	29.91
	PCHD	8718686.71	252399.47	8718695.75	252367.24	N 74.32 W	34.44	7.98	17.47	34.44
HUACHO	PHUA	8769574.18	214620.52	8769575.43	214599.29	N 86.63 W	23.66	0.00	0.00	23.66
	PHUB	8770065.93	214579.67	8770057.46	214547.61	S 75.20 W	35.55	0.00	10.47	35.55
	PHUC	8770517.84	214363.19	8770500.63	214331.52	S 61.47 W	35.38	0.00	11.42	35.38
	PHUD	8770913.49	214063.68	8770892.32	214039.37	S 48.95 W	38.68	13.55	20.22	38.68
	PHUE	8771259.54	213707.19	8771226.82	213675.45	S 44.13 W	47.19	23.23	27.71	47.19
LA ISLA / SUPE PUERTO	PLIA	8803503.92	199376.15	8803452.74	199334.70	S 39.00 W	70.80	0.00	43.83	70.80
	PLIB	8803898.17	199204.81	8803865.01	199155.80	S 55.92 W	53.10	15.63	27.60	53.10
	PSPA	8804651.07	199621.80	8804682.11	199589.35	N 46.28 W	43.66	0.00	22.47	43.66
	PSPB	8804732.54	199701.77	8804752.75	199677.36	N 50.39 W	28.96	0.00	9.48	28.96
	PSPC	8805114.91	199888.56	8805113.10	199841.13	S 87.82 W	52.76	0.00	29.37	52.76

APÉNDICE A-10. Tabla con las coordenadas de la ubicación y dirección con rumbo y distancias de los perfiles de playa en Cabo Blanco, Vichayito y Máncora en primer periodo, primavera 2020.

LOCALIDAD	CÓDIGO DEL PERFIL	INICIO: LOCALIZACIÓN UTM (WGS84) ZONA 17L		FINALIZACIÓN: LOCALIZACIÓN UTM (WGS84) ZONA 17L		Dirección: rumbo	Distancia total	Distancia LMAM	Distancia LAM	Distancia LBM
		NORTE	ESTE	NORTE	ESTE					
CABO BLANCO	PCBA	9530102.42	474034.74	9530173.38	474008.54	N 20.13 W	89.94	16.94	68.11	89.94
	PCBB	9530138.49	474289.79	9530198.23	474308.49	N 17.29 E	60.25	0.00	43.77	60.25
	PCBC	9530286.61	474526.29	9530234.85	474561.91	N 34.34 W	68.91	0.00	39.52	68.91
	PCBD	9530370.62	474883.93	9530397.91	474877.41	N 13.34 W	30.76	0.00	19.80	30.76
	PCBE	9530516.97	475285.72	9530500.84	475297.83	N 36.68 W	22.05	0.00	7.48	22.05
LOS ÓRGANOS / VICHAYITO	PORB	9538325.92	485398.72	9538362.50	485375.96	N 31.72 W	41.51	0.00	18.98	35.53
	PORC	9538391.60	485540.05	9538455.83	485497.10	N 33.59 W	78.47	0.00	49.86	78.47
	PVIA	9541428.22	487495.81	9541458.94	487445.10	N 58.62 W	58.32	0.00	17.87	58.32
	PVIB	9541863.36	487736.16	9541878.01	487706.75	N 63.36 W	39.43	0.00	12.47	39.43
	PVIC	9542266.37	488039.21	9542296.77	487996.70	N 54.25 W	52.57	0.00	40.40	52.57
MÁNCORA	PMAA	9545653.64	492699.68	9545690.73	492692.81	N 10.49 W	54.40	0.00	13.96	54.40
	PMAB	9545745.13	492836.77	9545770.02	492822.40	N 29.98 W	39.60	0.00	8.62	39.60
	PMAC	9545842.32	492948.47	9545872.81	492921.22	N 41.78 W	43.99	0.00	9.71	43.99
	PMAD	9546022.15	493107.56	9546051.44	493089.14	N 32.17 W	35.34	0.00	0.00	35.34
	PMAE	9546127.52	493435.98	9546193.29	493434.75	N 1.07 W	66.42	0.00	29.40	66.42

APÉNDICE A-11: Tabla con las coordenadas de la ubicación y dirección con rumbo y distancias de los perfiles de playa en Chancay, Huacho y Supe Puerto en periodo 2, verano, diciembre 2020. * Nuevo perfil medido en vez de perfil PSPC.

LOCALIDAD	CÓDIGO DEL PERFIL	INICIO: LOCALIZACIÓN UTM (WGS84) ZONA 18L		FINALIZACIÓN: LOCALIZACIÓN UTM (WGS84) ZONA 18L		Dirección: rumbo	Distancia total	Distancia LMAM	Distancia LAM	Distancia LBM
		NORTE	ESTE	NORTE	ESTE					
CHANCAY	PCHA	8718305.12	252083.35	8718351.25	252047.02	N 38.23 W	67.48	0.00	52.50	67.48
	PCHB	8718333.22	252228.72	8718399.39	252185.96	N 32.87 W	103.56	0.00	86.97	103.56
	PCHC	8718409.38	252287.79	8718444.35	252245.29	N 50.56 W	95.95	43.48	64.47	95.95
	PCHCD	8718590.09	252370.69	8718598.96	252343.68	N 71.83 W	91.41	0.00	49.47	91.41
	PCHD	8718686.71	252399.47	8718695.75	252367.24	N 74.32 W	32.15	0.00	0.00	32.15
HUACHO	PHUA	8769574.18	214620.52	8769575.43	214599.29	N 86.63 W	37.47	0.00	0.00	37.47
	PHUB	8770065.93	214579.67	8770057.46	214547.61	S 75.20 W	53.95	0.00	0.00	53.95
	PHUC	8770517.84	214363.19	8770500.63	214331.52	S 61.47 W	41.92	0.00	13.44	41.92
	PHUD	8770913.49	214063.68	8770892.32	214039.37	S 48.95 W	54.72	0.00	21.75	54.72
	PHUE	8771259.54	213707.19	8771226.82	213675.45	S 44.13 W	51.03	0.00	25.57	51.03
LA ISLA / SUPE PUERTO	PLIA	8803503.92	199376.15	8803452.74	199334.70	S 39.00 W	103.11	0.00	54.63	103.11
	PLIB	8803898.17	199204.81	8803865.01	199155.80	S 55.92 W	61.44	0.00	29.97	61.44
	PSPA	8804651.07	199621.80	8804682.11	199589.35	N 46.28 W	48.97	0.00	32.49	48.97
	PSPB	8804732.54	199701.77	8804752.75	199677.36	N 50.39 W	46.46	0.00	20.99	46.46
	*PSPBC	8804798.74	199793.95	8804844.36	199721.63	N 57.24 W	85.46	0.00	52.48	85.46

APÉNDICE A-12. Tabla con las coordenadas de la ubicación y dirección con rumbo y distancias de los perfiles de playa en Cabo Blanco, Vichayito y Máncora en segundo periodo, verano, enero 2021.

LOCALIDAD	CÓDIGO DEL PERFIL	INICIO: LOCALIZACIÓN UTM (WGS84) ZONA 17L		FINALIZACIÓN: LOCALIZACIÓN UTM (WGS84) ZONA 17L		Dirección: rumbo	Distancia total	Distancia LMAM	Distancia LAM	Distancia LBM
		NORTE	ESTE	NORTE	ESTE					
CABO BLANCO	PCBA	9530102.42	474034.74	9530173.38	474008.54	N 20.13 W	50.79	0.00	14.89	50.79
	PCBB	9530138.49	474289.79	9530198.23	474308.49	N 17.29 E	46.32	0.00	32.88	46.32
	PCBC	9530286.61	474526.29	9530234.85	474561.91	N 34.34 W	91.39	0.00	37.48	91.39
	PCBD	9530370.62	474883.93	9530397.91	474877.41	N 13.34 W	41.92	0.00	13.45	41.92
	PCBE	9530516.97	475285.72	9530500.84	475297.83	N 36.68 W	37.41	0.00	5.94	37.41
LOS ÓRGANOS / VICHAYITO	PORB	9538325.92	485398.72	9538362.50	485375.96	N 31.72 W	47.92	0.00	14.97	47.92
	PORC	9538391.60	485540.05	9538455.83	485497.10	N 33.59 W	103.44	0.00	44.99	103.44
	PVIA	9541428.22	487495.81	9541458.94	487445.10	N 58.62 W	46.41	0.00	20.95	46.41
	PVIB	9541863.36	487736.16	9541878.01	487706.75	N 63.36 W	49.40	0.00	7.46	49.40
	PVIC	9542266.37	488039.21	9542296.77	487996.70	N 54.25 W	64.30	0.00	20.04	64.30
MÁNCORA	PMAA	9545653.64	492699.68	9545690.73	492692.81	N 10.49 W	19.43	0.00	2.99	19.43
	PMAB	9545745.13	492836.77	9545770.02	492822.40	N 29.98 W	29.91	0.00	0.00	29.91
	PMAC	9545842.32	492948.47	9545872.81	492921.22	N 41.78 W	41.94	0.00	0.00	41.94
	PMAD	9546022.15	493107.56	9546051.44	493089.14	N 32.17 W	43.39	0.00	0.00	43.39
	PMAE	9546127.52	493435.98	9546193.29	493434.75	N 1.07 W	61.44	0.00	20.99	61.44

APÉNDICE A-13: Tabla con las coordenadas de la ubicación de los monumentos permanentes vinculados con los perfiles de playa de Chancay, Huacho y Supe Puerto. * Nuevo perfil medido en vez de PSPC.

LOCALIDAD	CÓDIGO DEL PERFIL	MONUMENTO PERMANENTE	LOCALIZACIÓN UTM (WGS84) ZONA 18L		DESCRIPCIÓN
			NORTE	ESTE	
CHANCAY	PCHA	MP-A	8718293.74	252090.26	Esquina del cerco de concreto del Desembarcadero Pesquero Artesanal
	PCHB	MP-B	8718325.99	252234.08	Vértice entre muro y la segunda escalera de sur a norte en el malecón
	PCHC	MP-C	8718376.40	252329.07	Poste de alumbrado público en calle sobre el malecón
	PCHCD	MP-CD	8718577.82	252406.61	Poste de alumbrado público en calle sobre el malecón
	PCHD	MP-D	8718681.93	252411.34	Vértice entre muro y la sexta escalera de sur a norte en el malecón
HUACHO	PHUA	MP-A	8769560.92	214686.98	Poste de alumbrado público ubicado en Av. Luna Arrieta
	PHUB	MP-B	8770097.00	214676.14	Poste de alumbrado público en cruce de subida de playa y la Av. Luna Arrieta
	PHUC	MP-C	8770552.24	214427.17	Poste de alumbrado público en acera de la parte posterior de la playa
	PHUD	MP-D	8770996.44	214152.26	Torreón sobre muro al final de calle Irene Salvado sobre el acantilado
	PHUE	MP-E	8771420.67	213863.49	Poste de alumbrado público entre Jr. José Olaya y Av. San Martín
LA ISLA / SUPE PUERTO	PLIA	MPLI-A	8803549.41	199408.81	Borde de acantilado
	PLIB	MPLI-B	8803898.17	199204.81	Rocas donde se inició la medición del perfil
	PSPA	MPSP-A	8804618.47	199657.28	Árbol de eucalipto
	PSPB	MPSP-B	8804724.76	199708.21	Muro en extremo norte del DPA
	PSPBC	MPSP-BC*	8804784.69	199816.67	Esquina en muro de la Empresa Nacional de Puertos (ENAPU S.A.).

APÉNDICE A-14: Tabla con las coordenadas de la ubicación de los monumentos permanentes vinculados con los perfiles de playa de Cabo Blanco, Vichayito y Máncora.

LOCALIDAD	CÓDIGO DEL PERFIL	MONUMENTO PERMANENTE	LOCALIZACIÓN UTM (WGS84) ZONA 17L		DESCRIPCIÓN
			NORTE	ESTE	
CABO BLANCO	PCBA	MP-A	9530095.85	474036.58	Poste de alumbrado público, ubicado detrás del malecón
	PCBB	MP-B	9530120.51	474285.30	Tercera columna de izquierda a derecha del Hotel El Merlín, vista a continente
	PCBC	MP-C	9530232.08	474565.05	Mirador con cerco metálico ubicado en malecón
	PCBD	MP-D	9530370.52	474883.98	Roca que coincide con límite de playa posterior, pie de escarpe
	PCBE	MP-E	9530473.44	475321.35	Poste de madera ubicado al SW de pozo petrolero (zancudo) en continente.
LOS ÓRGANOS / VICHAYITO	PORB	MPO-B	9538262.31	485426.35	Poste de alumbrado en calle posterior a la playa
	PORC	MPO-C	9538328.02	485582.05	Pedestal de alumbrado al norte de módulo turístico
	PVIA	MPV-A	9541423.24	487504.04	Cresta de duna costera con vegetación
	PVIB	MPV-B	9541856.24	487752.87	(1) Árbol algarrobo y (2) cresta de duna sin vegetación
	PVIC	MPV-C	9542268.42	488041.19	Cerco de bambú con base de concreto en Hotel Rústica
MÁNCORA	PMAA	MP-A	9545635.77	492703.00	(1) Roca al pie de acantilado y (2) Letrero en la cima de acantilado
	PMAB	MP-B	9545739.45	492840.14	Árbol palmera detrás de muro
	PMAC	MP-C	9545771.76	493002.56	Árbol en la carretera
	PMAD	MP-D	9545909.59	493193.46	Pie de colina en el borde de autopista
	PMAE	MP-E	9546116.35	493434.89	Árbol palmera al E de muro y SE de puerta

APÉNDICE A-15. Pendientes de los perfiles de playa en Chancay, Huacho y Supe Puerto para el primer periodo, primavera.

LOCALIDAD	CÓDIGO DEL PERFIL	PERFIL COMPLETO				PERFIL DE ZONA INTERMAREAL			
		Distancia horizontal total	Altura total del perfil	Pendiente (%)	Pendiente (°)	Distancia horizontal de zona intermareal	Altura perfil intermareal	Pendiente (%)	Pendiente (°)
CHANCAY	PCHA	60.70	1.21	1.99	1.14	13.71	0.62	4.55	2.60
	PCHB	78.05	2.58	3.30	1.89	3.10	0.09	3.00	1.72
	PCHC	53.94	2.54	4.71	2.70	20.98	0.88	4.18	2.39
	PCHCD	29.91	1.77	5.92	3.39	11.45	0.61	5.35	3.06
	PCHD	34.44	1.93	5.60	3.21	16.97	0.90	5.30	3.03
HUACHO	PHUA	23.66	0.76	3.20	1.83	23.66	0.76	3.20	1.83
	PHUB	35.55	1.51	4.26	2.44	25.08	0.72	2.85	1.64
	PHUC	35.38	2.73	7.71	4.41	23.96	1.40	5.83	3.34
	PHUD	38.68	3.15	8.14	4.65	18.46	1.12	6.07	3.47
	PHUE	47.19	2.55	5.41	3.09	19.48	0.85	4.37	2.50
LA ISLA / SUPE PUERTO	PLIA	70.80	1.70	2.40	1.37	26.97	1.18	4.39	2.51
	PLIB	53.10	2.53	4.76	2.72	25.50	1.30	5.09	2.91
	PSPA	43.66	2.17	4.98	2.85	21.20	1.12	5.28	3.02
	PSPB	28.96	1.43	4.95	2.83	19.48	0.86	4.44	2.54
	PSPC	52.76	1.94	3.68	2.11	23.38	0.80	3.40	1.95

APÉNDICE A-16. *Pendientes de los perfiles de playa en Chancay, Huacho y Supe Puerto para el segundo periodo, verano. *Nuevo perfil medido en vez de PSPC.*

LOCALIDAD	CÓDIGO DEL PERFIL	PERFIL COMPLETO				PERFIL DE ZONA INTERMAREAL			
		Distancia horizontal total	Altura total del perfil	Pendiente (%)	Pendiente (°)	Distancia horizontal de zona intermareal	Altura perfil intermareal	Pendiente (%)	Pendiente (°)
CHANCAY	PCHA	70.47	1.05	1.49	0.85	17.98	0.87	4.84	2.77
	PCHB	103.56	1.84	1.78	1.02	16.59	0.37	2.21	1.26
	PCHC	97.44	2.27	2.33	1.34	32.97	0.94	2.86	1.64
	PCHCD	91.41	1.81	1.98	1.13	41.95	0.70	1.66	0.95
	PCHD	32.15	0.97	3.00	1.72	32.15	0.97	3.00	1.72
HUACHO	PHUA	38.97	1.34	3.43	1.96	38.97	1.34	3.43	1.96
	PHUB	53.95	1.96	3.64	2.08	53.95	1.96	3.64	2.08
	PHUC	49.40	2.74	5.55	3.18	35.97	1.49	4.14	2.37
	PHUD	57.72	2.87	4.97	2.85	35.96	1.53	4.24	2.43
	PHUE	57.03	2.73	4.79	2.74	31.46	1.52	4.84	2.77
LA ISLA / SUPE PUERTO	PLIA	109.10	2.09	1.91	1.10	54.47	1.41	2.58	1.48
	PLIB	64.43	2.42	3.76	2.15	34.46	1.31	3.80	2.17
	PSPA	53.46	1.75	3.26	1.87	20.98	0.93	4.45	2.55
	PSPB	46.46	1.66	3.58	2.05	25.47	1.12	4.40	2.52
	PSPBC*	85.46	2.19	2.56	1.47	32.97	1.15	3.48	1.99

APÉNDICE A-17. Pendientes de los perfiles de playa en Cabo Blanco, Vichayito y Máncora para el primer periodo, primavera.

LOCALIDAD	CÓDIGO DEL PERFIL	PERFIL COMPLETO				PERFIL DE ZONA INTERMAREAL			
		Distancia horizontal total	Altura total del perfil	Pendiente (%)	Pendiente (°)	Distancia horizontal de zona intermareal	Altura perfil intermareal	Pendiente (%)	Pendiente (°)
CABO BLANCO	PCBA	89.94	3.14	3.49	2.00	21.83	1.16	5.30	3.03
	PCBB	60.25	1.38	2.29	1.31	16.48	0.54	3.28	1.88
	PCBC	68.91	3.31	4.81	2.75	29.39	1.65	5.62	3.22
	PCBD	30.76	1.26	4.08	2.34	10.95	1.03	9.36	5.35
	PCBE	22.05	1.81	8.22	4.70	14.57	1.30	8.89	5.08
LOS ÓRGANOS / VICHAYITO	PORB	41.51	2.48	5.98	3.42	22.53	1.93	8.58	4.91
	PORC	78.47	2.45	3.12	1.79	28.61	2.06	7.20	4.12
	PVIA	58.32	2.61	4.48	2.57	40.45	1.87	4.62	2.64
	PVIB	39.43	2.18	5.53	3.16	26.96	1.46	5.40	3.09
	PVIC	52.57	2.84	5.40	3.09	12.17	0.53	4.36	2.50
MÁNCORA	PMAA	54.40	2.94	5.39	3.09	40.44	2.16	5.35	3.06
	PMAB	39.60	3.00	7.56	4.33	30.98	2.11	6.82	3.90
	PMAC	43.99	2.94	6.69	3.83	34.28	2.47	7.19	4.11
	PMAD	35.34	1.91	5.40	3.09	35.34	1.91	5.40	3.09
	PMAE	66.42	2.51	3.78	2.17	37.01	1.73	4.68	2.68

APÉNDICE A-18. Pendientes de los perfiles de playa en Cabo Blanco, Vichayito y Máncora para el segundo periodo, verano.

LOCALIDAD	CÓDIGO DEL PERFIL	PERFIL COMPLETO				PERFIL DE ZONA INTERMAREAL			
		Distancia horizontal total	Altura total del perfil	Pendiente (%)	Pendiente (°)	Distancia horizontal de zona intermareal	Altura perfil intermareal	Pendiente (%)	Pendiente (°)
CABO BLANCO	PCBA	53.78	3.79	7.06	4.04	38.90	2.44	6.28	3.59
	PCBB	47.81	3.25	6.79	3.89	14.93	1.33	8.90	5.09
	PCBC	91.39	2.73	2.98	1.71	53.91	2.35	4.36	2.49
	PCBD	41.92	2.24	5.33	3.05	28.47	1.23	4.32	2.47
	PCBE	37.41	2.12	5.66	3.24	31.47	1.30	4.12	2.36
LOS ÓRGANOS / VICHAYITO	PORB	50.91	2.78	5.47	3.13	35.94	1.91	5.31	3.04
	PORC	103.44	2.75	2.66	1.52	58.45	2.29	3.92	2.24
	PVIA	49.41	2.46	4.98	2.85	28.46	1.32	4.63	2.65
	PVIB	50.90	2.87	5.64	3.23	43.44	2.13	4.89	2.80
	PVIC	71.80	4.12	5.73	3.28	51.76	1.98	3.83	2.19
MÁNCORA	PMAA	22.42	1.83	8.18	4.67	19.43	1.60	8.23	4.71
	PMAB	32.90	2.42	7.34	4.20	32.90	2.42	7.34	4.20
	PMAC	44.94	2.28	5.08	2.91	44.94	2.28	5.08	2.91
	PMAD	43.39	3.03	6.99	4.00	43.39	3.03	6.99	4.00
	PMAE	61.44	2.10	3.42	1.96	40.44	2.05	5.08	2.91

APÉNDICE A-19. Resumen de los parámetros calculados para las tasas (LRR) de cambio de las líneas de orilla en las playas de interés, durante las primaveras entre 1985-2020.

Estadístico	***Chancay*** (1993-2020)	***Huacho*** (1988-2020)	***Supe Puerto*** (1986-2020)	***Cabo Blanco*** (1985-2020)	***Vichayito – Los Órganos*** (1985-2020)	***Máncora*** (1986-2020)
Número total de transectos	*107*	*86*	*127*	*101*	*191*	*150*
Longitud de la línea de orilla (km)	*5.23*	*4.17*	*6.26*	*3.88*	*8.15*	*5.91*
Número de transectos donde se registró retroceso	*45*	*85*	*25*	*0*	*0*	*0*
Número de transectos donde se registró avance	*62*	*1*	*102*	*101*	*191*	*150*
% de transectos donde se registró retroceso	*42.06*	*98.84*	*19.69*	*0.00*	*0.00*	*0.00*
% de transectos donde se registró avance	*57.94*	*1.16*	*80.31*	*100.00*	*100.00*	*100.00*
Tasa promedia de cambio de la línea de orilla (m/año)	*0.63*	*-0.78*	*0.64*	*1.44*	*2.98*	*2.85*
Tasa máxima de cambio de la línea de orilla (m/año)	*4.82*	*0.03*	*2.65*	*2.26*	*4.89*	*4.55*
Tasa mínima de cambio de la línea de orilla (m/año)	*-0.84*	*-2.00*	*-1.03*	*0.24*	*0.08*	*0.58*
Desviación estándar (m/año)	*1.35*	*0.63*	*0.79*	*0.50*	*1.08*	*1.00*
Tasa promedia de retroceso (m/año)	*-0.40*	*-0.79*	*-0.30*	---	---	---
Desviación estándar (m/año)	*0.20*	*0.63*	*0.33*	---	---	---
Tasa promedia de avance (m/año)	*1.38*	*0.03*	*0.87*	*1.44*	*2.98*	*2.85*
Desviación estándar (m/año)	*1.34*	---	*0.70*	*0.50*	*1.08*	*1.00*

APÉNDICE A-20. Desplazamientos promedios (m) y tasas promedias de desplazamientos (m/año) de las líneas de orilla en las playas de interés para los periodos de primavera entre 1985 – 2020.

	CHANCAY				HUACHO				SUPE PUERTO			
	SCE	NSM	EPR	LRR	SCE	NSM	EPR	LRR	SCE	NSM	EPR	LRR
Promedio	43.06	4.18	0.15	0.63	80.32	-8.31	-0.26	-0.78	64.37	4.50	0.16	0.64
Max.	124.07	115.61	4.28	4.82	139.55	63.56	1.99	0.03	233.88	83.33	2.60	2.65
Mín.	11.88	-31.38	-1.16	-0.84	37.47	-76.01	-2.38	-2.00	8.68	-56.55	-1.67	-1.03
Desviación estándar (σ)	25.49	33.32	1.23	1.35	18.62	35.80	1.12	0.63	41.44	38.60	1.18	0.79
C.V. (%)	59.19	797.30	799.27	214.73	23.18	-430.72	-430.35	-81.33	64.39	858.69	740.89	124.23

	CABO BLANCO				VICHAYITO-LOS ÓRGANOS				MÁNCORA			
	SCE	NSM	EPR	LRR	SCE	NSM	EPR	LRR	SCE	NSM	EPR	LRR
Promedio	77.72	62.95	1.80	1.44	153.62	80.33	2.29	2.98	157.31	116.27	3.42	2.85
Máximo	108.28	104.16	2.98	2.26	233.55	144.48	4.12	4.89	273.71	204.22	6.02	4.55
Mínimo	32.92	9.39	0.27	0.24	85.81	-24.91	-0.71	0.08	50.99	6.90	0.20	0.58
Desviación estándar (σ)	18.57	22.72	0.65	0.50	26.58	45.04	1.28	1.08	64.55	52.76	1.55	1.00
C.V. (%)	23.89	36.09	36.08	35.05	17.30	56.07	56.08	36.35	41.03	45.38	45.39	34.90

APÉNDICE A-21. Resumen de los parámetros calculados para las tasas (LRR) de cambio de las líneas de orilla en las playas de interés, durante los veranos entre 1986-2021.

Estadístico	**Chancay** (1997-2021)	**Huacho** (1988-2021)	**Supe Puerto** (1989-2021)	**Cabo Blanco** (1986-2021)	**Vichayito – Los Órganos** (1986-2021)	**Máncora** (1986-2021)
Número total de transectos	*66*	*109*	*158*	*101*	*191.00*	*150.00*
Longitud de la línea de orilla (km)	*5.20*	*4.31*	*6.61*	*3.93*	*8.21*	*5.96*
Número de transectos donde se registró retroceso	*24*	*109*	*1*	*3*	*3.00*	*2.00*
Número de transectos donde se registró avance	*42*	*0*	*157*	*97*	*187.00*	*148.00*
% de transectos donde se registró retroceso	*36.36*	*100.00*	*0.63*	*2.97*	*1.57*	*1.33*
% de transectos donde se registró avance	*63.64*	*0.00*	*99.37*	*96.04*	*97.91*	*98.67*
Tasa promedia de cambio de la línea de orilla (m/año)	*0.95*	*-1.23*	*1.67*	*1.50*	*2.92*	*2.95*
Tasa máxima de cambio de la línea de orilla (m/año)	*5.50*	*-0.18*	*3.54*	*2.48*	*4.18*	*5.06*
Tasa mínima de cambio de la línea de orilla (m/año)	*-1.13*	*-2.38*	*-0.48*	*-0.17*	*-1.47*	*-0.13*
Desviación estándar (m/año)	*1.59*	*0.66*	*0.93*	*0.66*	*1.12*	*1.30*
Tasa promedia de retroceso (m/año)	*-0.55*	*-1.23*	*-0.48*	*1.56*	*-1.06*	*-0.09*
Desviación estándar (m/año)	*0.29*	*0.66*	*----*	*0.59*	*0.42*	*0.06*
Tasa promedia de avance (m/año)	*1.80*	*----*	*1.69*	*1.56*	*3.00*	*2.99*
Desviación estándar (m/año)	*1.38*	*----*	*0.92*	*0.59*	*0.98*	*1.26*

APÉNDICE A-22. Desplazamientos promedios (m) y tasas promedias de desplazamientos (m/año) de las líneas de orilla en las playas de interés para los veranos entre 1986 – 2021.

	CHANCAY				HUACHO				SUPE PUERTO			
	SCE	NSM	EPR	LRR	SCE	NSM	EPR	LRR	SCE	NSM	EPR	LRR
Promedio	64.86	49.08	2.04	0.95	88.05	-46.53	-1.42	-1.23	65.42	49.77	1.60	1.67
Max.	134.10	126.70	5.27	5.5	127.32	10.37	0.32	-0.18	266.57	121.37	3.90	3.54
Mín.	24.96	0.26	0.01	-1.13	58.26	-110.6	-3.37	-2.38	16.77	-34.73	-1.12	-0.48
Desviación estándar (σ)	21.55	29.89	1.24	1.59	16.32	31.94	0.97	0.66	45.68	33.14	1.06	0.93
C.V. (%)	33.24	60.90	60.87	167.74	18.54	-68.65	-68.65	-53.64	69.83	66.59	66.61	55.60

	CABO BLANCO				VICHAYITO-LOS ÓRGANOS				MÁNCORA			
	SCE	NSM	EPR	LRR	SCE	NSM	EPR	LRR	SCE	NSM	EPR	LRR
Promedio	65.53	46.54	1.38	1.50	120.62	101.05	2.90	2.92	148.50	104.69	3.01	2.95
Máximo	94.70	88.14	2.59	2.48	156.65	151.58	4.35	4.18	216.55	201.61	5.79	5.06
Mínimo	26.34	-9.47	-0.28	-0.17	37.20	-32.89	-0.94	-1.47	57.19	-1.18	-0.03	-0.13
Desviación estándar (σ)	17.29	24.05	0.72	0.66	31.33	37.24	1.07	1.12	54.41	53.09	1.52	1.30
C.V. (%)	26.39	51.67	52.33	44.03	25.97	36.86	36.85	38.23	36.64	50.71	50.71	44.00

APÉNDICE A-23. Tabla: Resultados del margen de error obtenido a partir de los perfiles de playa correspondientes al periodo 1, primavera.

Zona/playas	Perfil de playa	Pendiente del perfil (°)	Estación de referencia	Amplitud máxima de la marea (m)	Variación horizontal de la marea (m)	Margen de error estimado ±(m)	Margen de error promedio ±(m)
Chancay	Perfil A	1.14	Callao	1.45	72.797	36.399	19.780
	Perfil B	1.89	Callao	1.45	43.883	21.942	
	Perfil C	2.70	Callao	1.45	30.754	15.377	
	Perfil CD	3.39	Callao	1.45	24.478	12.239	
	Perfil D	3.21	Callao	1.45	25.889	12.945	
Huacho	Perfil A	1.83	Huacho	1.52	47.502	23.751	14.971
	Perfil B	2.44	Huacho	1.52	35.687	17.843	
	Perfil C	4.41	Huacho	1.52	19.720	9.860	
	Perfil D	4.65	Huacho	1.52	18.684	9.342	
	Perfil E	3.09	Huacho	1.52	28.119	14.059	
Supe Puerto/ La Isla del Faraón	Perfil A	1.37	Huacho	1.52	63.418	31.709	19.788
	Perfil B	2.72	Huacho	1.52	31.950	15.975	
	Perfil A	2.85	Huacho	1.52	30.529	15.265	
	Perfil B	2.83	Huacho	1.52	30.695	15.348	
	Perfil C	2.11	Huacho	1.52	41.292	20.646	
Cabo Blanco	Perfil A	2.00	Cabo Blanco	2.48	71.147	35.574	32.184
	Perfil B	1.31	Cabo Blanco	2.48	108.200	54.100	
	Perfil C	2.75	Cabo Blanco	2.48	51.600	25.800	
	Perfil D	2.34	Cabo Blanco	2.48	60.730	30.365	
	Perfil E	4.70	Cabo Blanco	2.48	30.166	15.083	
Vichayito/ Los Órganos	Perfil B	3.42	Los Órganos	2.51	41.946	20.973	27.025
	Perfil C	1.79	Los Órganos	2.51	80.457	40.228	
	Perfil A	2.57	Los Órganos	2.51	55.999	28.000	
	Perfil B	3.16	Los Órganos	2.51	45.398	22.699	
	Perfil C	3.09	Los Órganos	2.51	46.445	23.222	
Máncora	Perfil A	3.09	Los Órganos	2.51	46.525	23.263	23.001
	Perfil B	4.33	Los Órganos	2.51	33.187	16.593	
	Perfil C	3.83	Los Órganos	2.51	37.520	18.760	
	Perfil D	3.09	Los Órganos	2.51	46.441	23.220	
	Perfil E	2.17	Los Órganos	2.51	66.337	33.169	

APÉNDICE A-24. Tabla: Resultados del margen de error obtenido a partir de los perfiles de playa correspondientes al periodo 2, verano.

Zona/playas	Perfil de playa	Pendiente del perfil (°)	Estación de referencia	Amplitud máxima de la marea (m)	Variación horizontal de la marea (m)	Margen de error estimado ±(m)	Margen de error promedio ±(m)
Chancay	Perfil A	0.85	Callao	1.45	97.507	48.753	36.270
	Perfil B	1.02	Callao	1.45	81.436	40.718	
	Perfil C	1.34	Callao	1.45	62.217	31.108	
	Perfil CD	1.13	Callao	1.45	73.232	36.616	
	Perfil D	1.72	Callao	1.45	48.308	24.154	
Huacho	Perfil A	1.96	Huacho	1.52	44.307	22.154	17.571
	Perfil B	2.08	Huacho	1.52	41.754	20.877	
	Perfil C	3.18	Huacho	1.52	27.365	13.683	
	Perfil D	2.85	Huacho	1.52	30.578	15.289	
	Perfil E	2.74	Huacho	1.52	31.704	15.852	
Supe Puerto/ La Isla del Faraón	Perfil A	1.10	Huacho	1.52	79.424	39.712	26.815
	Perfil B	2.15	Huacho	1.52	40.436	20.218	
	Perfil A	1.87	Huacho	1.52	46.569	23.285	
	Perfil B	2.05	Huacho	1.52	42.437	21.218	
	Perfil C	1.47	Huacho	1.52	59.285	29.642	
Cabo Blanco	Perfil A	4.04	Cabo Blanco	2.48	35.151	17.576	24.513
	Perfil B	3.89	Cabo Blanco	2.48	36.518	18.259	
	Perfil C	1.71	Cabo Blanco	2.48	83.145	41.573	
	Perfil D	3.05	Cabo Blanco	2.48	46.511	23.256	
	Perfil E	3.24	Cabo Blanco	2.48	43.804	21.902	
Vichayito/ Los Órganos	Perfil B	3.13	Los Órganos	2.51	45.918	22.959	27.908
	Perfil C	1.52	Los Órganos	2.51	94.445	47.223	
	Perfil A	2.85	Los Órganos	2.51	50.434	25.217	
	Perfil B	3.23	Los Órganos	2.51	44.499	22.250	
	Perfil C	3.28	Los Órganos	2.51	43.784	21.892	
Máncora	Perfil A	4.67	Los Órganos	2.51	30.701	15.351	22.355
	Perfil B	4.20	Los Órganos	2.51	34.185	17.092	
	Perfil C	2.91	Los Órganos	2.51	49.408	24.704	
	Perfil D	4.00	Los Órganos	2.51	35.930	17.965	
	Perfil E	1.96	Los Órganos	2.51	73.328	36.664	

10. Anexos

Anexo 1. Ficha de dato para el registro de las mediciones de perfiles de playa.

FICHA DE DATOS DE PERFILES DE PLAYA

PLAYA: **(Página_____de_____)**

Transecto: **Fecha:** **Nombre:**

Altura del monumento o marca permanente _____

Coordenadas: del monumento permanente _____

Coordenadas: de la estaca o jalón _____

Dirección del transecto _____

N°	INTERVALO (cm)	ALTURA (cm)	COMENTARIOS

NOTAS:

Comentarios = Observaciones a lo largo del transepto, como las líneas de límites de la playa sub aérea, líneas de berma, interface de la arena seca/húmeda etc.

Anexo 2. Programa de capacitación sobre el levantamiento de perfiles de playa.

PROGRAMA

CAPACITACIÓN SOBRE LEVANTAMIENTO DE PERFILES DE PLAYA A LOS FUNCIONARIOS DE LAS MUNICIPALIDADES

Ponente: Félix Arturo Campusano Baltazar

PLANTEAMIENTO	Capacitación de un módulo compuesto de dos (2) series o sesiones presencial en campo de una hora de fundamentos teóricos y técnicos y dos horas de una sesión de caso práctico en campo. Adicionalmente una (1) sesión de presentación y socialización de los principales resultados.
Sesiones	Por confirmar
Grupo esperado	De 4 a 16 funcionarios municipales seleccionados por módulo. Con ficha de datos generales.
Costo	Sin costo
Programa	
Contenido general	**Levantamiento de perfiles de playa**
	Primera Sesión: Fundamento teórico / técnico
	• Introducción • Concepto de un perfil de playa • Importancia del estudio de los perfiles de playa para la investigación en ciencias del mar y para la gestión municipal • Perspectivas
	Segunda Sesión: Aplicación de caso práctico
	• Planeamiento y consideraciones para medir perfiles de playa • Procedimiento para medir perfiles de playa • Procesamiento y presentación de los datos
	Tercera Sesión: Presentación de los resultados
	• Exposición virtual de los resultados de la práctica realizada y de la evaluación de la línea de costa

FICHA TÉCNICA

LEVANTAMIENTO DE PERFILES DE PLAYA	
Sesión 1: Fundamento teórico y técnico	**Duración: Una hora**
Trabajos de campo, como el levantamiento de perfiles de playa es necesario para evaluar los cambios morfológicos producidos en una playa en escalas temporales estacionales y anuales. Además, cuando se evalúa la línea de costa, los perfiles de playa facilitan interpretar los resultados en la evaluación de los cambios de las líneas de costa. El levantamiento de perfiles de playa es por el método de Emery (1961)[11]. Es importante conocer y entender los procedimientos para evaluar los perfiles de playa ya que serán de utilidad en entender los procesos costeros y así facilitar la toma de decisiones en la gestión y manejo de los ecosistemas costeros.	
Sesión 2: Aplicación de caso práctico	**Dos a tres horas**
• Planeamiento previo en gabinete: Utilización de imágenes satelitales/drones para planteamiento preliminar de la ubicación de las estaciones y rutas de los perfiles de playa a medir • Revisión de las condiciones ambientales para la realización optima de la medición de los perfiles • Consideraciones de los materiales y equipos necesarios para la medición de los perfiles de playa. • Consideraciones de la brigada de trabajo. • Procedimiento de medición de los perfiles de playa empleando reglas graduadas con escala de centímetros. • Registro de datos en ficha según formato. • Cálculo de las pendientes de los perfiles de playa y representación gráfica lineal en coordenadas cartesianas XY.	
Sesión 3: Procesamiento y presentación de los datos	**Duración: 45 minutos a 1 hora**
• Exposición virtual de los principales resultados sobre el levantamiento de perfiles de playa y evaluación de la línea de costa (fines de marzo 2021)	

[11] Emery, K.O. 1961. A simple Method of Measuring Beach Profiles, Limnology & Oceanography, V.6, N°. 1, pp 90-93.

Anexo 3. Guía de campo sobre el levantamiento de perfiles de playa.

GUÍA DE TRABAJO

LEVANTAMIENTO DE PERFILES DE PLAYA

1. Trabajo de campo

Esta actividad consiste en la toma de datos a través del levantamiento de perfiles de playa de acuerdo a la metodología de Emery (1961)[12] en los ámbitos provinciales de interés. Estas actividades de campo se realizaron en las playas de Máncora, Vichayito y Cabo Blanco (provincia de Talara), y en las playas de Chancay, Huacho y Supe Puerto (provincia de Huaral, Huaura y Barranca respectivamente).

1.1. Materiales empleados para el levantamiento de perfiles de playa

Los materiales y equipos que se usarán en la salida a campo son los siguientes:

- Equipo GPS de mano
- Nivel Abney y/o eclímetro (opcional)
- Cámara fotográfica
- Varillas graduadas de metal o madera
- Dos (2) jalones topográficos
- Diez (10) estacas de madera o metal
- Driza de 50 m o 100 m en carrete
- Fichas de registro de datos

1.2. Brigada de Trabajo

Para las mediciones de perfiles de playa se necesitan al menos dos (2) personas. De forma opcional una persona de apoyo para el registro de datos complementarios, toma fotográfica, avistamiento de flora y fauna y toma de muestras de sedimentos.

1.3. Metodología para el levantamiento de perfiles de playa

Con la finalidad de evaluar los cambios de las líneas de costa histórica se realizarán perfiles de playa siguiendo las técnicas recomendadas para el monitoreo de la erosión de playa por la COI (1996)[13] (en la zona supramareal o playa posterior y playa anterior o intermareal) empleando los métodos de observación de reglas graduadas teniendo como guía el trabajo de Emery (1961) o alternativamente empleando eclímetro Abney, y nivel. Para el trabajo de campo se realiza un planeamiento previo considerando la variación de la marea en el área de estudio. Los trabajos se van a definir tomando en consideración las horas de las bajamares y pleamares obtenidas de las tablas de mareas pronosticadas para los meses de Octubre y Noviembre 2020 (periodo 1, primavera) y del mes de Diciembre 2020 y Enero 2021 (periodo 2, verano).

[12] Emery, K.O. 1961. A simple Method of Measuring Beach Profiles, Limnology & Oceanography, V.6, N°. 1, pp 90-93.
[13] COI. 1996. Oceanographic survey techniques and living resources assessment methods. COI Manual and Guides 32. Intergovernmental Oceanographic Commission. UNESCO.

Se elaborará una ficha para registrar la información. Se complementará la documentación con fotografías en cada ubicación de perfil de playa a realizar.

2. Trabajo de gabinete

En gabinete, las fichas con la información registrada en campo, serán usadas para generar tablas con todos los datos obtenidos. En gabinete se procesarán los datos de campo para obtener los valores de las pendientes de los perfiles de playa con una escala métrica y una resolución de 1 mm en el mejor de los casos. También se obtendrá valores de las pendientes relativas promedias por cada perfil de playa, playa posterior, playa anterior, etc. en cada área de interés para facilitar su interpretación y comparación. A partir de los cálculos de las pendientes se elaborarán gráficos lineales de los perfiles de playa en un sistema cartesiano XY. También se elaborarán mapas de ubicación de los perfiles de playa de cada área de interés.

Anexo 4. Lista de participantes durante las capacitaciones sobre el levantamiento de perfiles de playa, durante el primer periodo, primavera.

Lista de participantes durante las capacitaciones a los funcionarios de la municipalidad distrital El Alto, provincia de Talara, Piura. Esta capacitación se realizó el 03/11/2020 en la playa Cabo Blanco, en la estación del perfil *PCBC*.

LISTA DE PARTICIPANTES

Distrito El Alto

CAPACITACIÓN SOBRE LEVANTAMIENTO DE PERFILES DE PLAYA

Ponente: Félix Campusano Baltazar **Lugar:** Playa Cabo Blanco **Fecha:** 03-11-2020

N°	Apellidos y Nombres	Institución	Cargo	Correo	Teléfono	Firma
1	Ismael Pazos Panta	Proyecto Merluza		rado.24.08@gmail.co	948780053	
2	ROQUE FLORES LUIS Enrique	municipalidad D. El Alto	J. Defensa Civil	roqve.051171@hotmail.co	960129280	
3	Flores del Rosario Luis A.	MDEA	G. Adm. Ls.		981550514	
4	Cruz Periche Carmen Amelia	MDEA - GTE Des. Econ.	Gerencia	amelisoruz@gmail.com	989938703	
5	Leidy Diana Amaya Periche	MDEA - turismo	Asistente	quicdeturismo amaya@gmail		
6	Maria Fernanda del Rosario Cadenas	MDEA - SG. DESARROLLO PES	ASISTENTE	delrosariocadenasmariafernanda@gmail	917263655	
7	Renee Gonzales Sanchez	M.D.E.A. R.R.A.P. Turismo	Jefatura	renlen17@Hotmail.com	929543274	
8	ATOCHE ORDOÑEZ LUIS MANUE	PROFONANPE	ARTICULADOR	Luisatoche@gmail.co	922623371	
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

Lista de participantes de funcionarios de la municipalidad distrital de Los Órganos, provincia de Talara, Piura. Esta capacitación se realizó el 04/11/2020 en la playa Los Órganos, en la estación del perfil *PORC*.

LISTA DE PARTICIPANTES

CAPACITACIÓN SOBRE LEVANTAMIENTO DE PERFILES DE PLAYA

Ponente: Félix Campusano Baltazar **Lugar:** Playa Los Órganos **Fecha:** 04-11-2020

N°	Apellidos y Nombres	Institución	Cargo	Correo	Teléfono	Firma
1	Morgancho Ramos José J	Municipalidad L Órganos	Regidor		932672708	
2	Santi Alvarado Mayra Al.	Municipalidad L Órganos	Fiscalizador	mayra.santi28@gmail.com	983234926	
3	Caravito Nima John Jefferson	Municipalidad Los Órganos	Fiscalizador.	jefferson.0812@hotmail.com	920853549	
4	Merino Castro Trixy G.	Municip. Los Órganos	Gestora F.	trixymc1510@gmail	989068588	
5	Panlaque Moscol Rosa del Pilar	Munrcip. Los Órganos	Gestora C.	rosadelpilar-42@hotmail.com	950422760	
6	RAMIREZ CASTILLO EDGAR H.	IMARPE	OBSERVADOR	edracas2005@gmail.com	914863267	
7	Pazos Panta Ismael A.	IMARPE	observador	maelo.24.0@gmail.com	948780055	
8	Pericho Romero Mercedes del Pilar	Municipalidad Distrital LOS ORGANOS	Unidad Formuladora	merpe1020@hotmail.com	956493904	
9	ATOCHE ORDOÑEZ LUIS MANUEL	PROFONANPE	ARTICULADOR	luisatoche@gmail.com	922623311	
10	Ghersi Cristhian Benites Herrera	Desconocido			942343839	
11	Casa Pazos Quton	MDO	Regidor		909526603	
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

Lista de participantes de funcionarios de la municipalidad distrital de Máncora, provincia de Talara, Piura. Esta capacitación se realizó el 02/11/2020 en la playa Máncora, en la estación del perfil *PMAC*.

02/11/2020

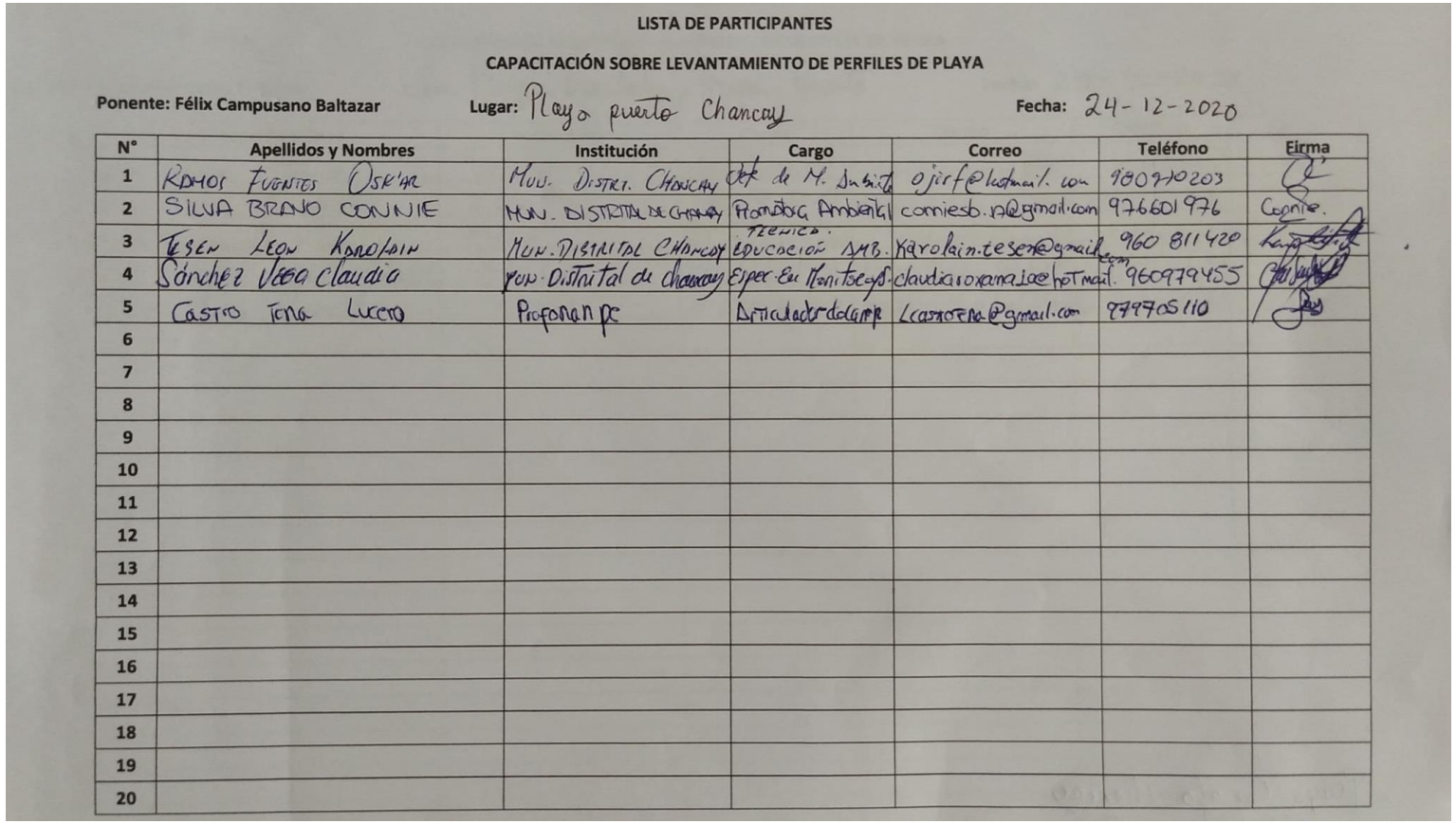
Lista de participantes
Capacitación sobre levantamiento de perfiles de playa.
Playa: Máncora, Distrito de Máncora

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	INSTITUCIÓN	CARGO	CORREO	FIRMA
1	Peña Hidalgo Milton José Andrés	MDM	Técnico DIDU	milton24@hotmail.com	916 702 178
2	Bermeo Herreros Elver Manuel	MDM	Ingeniero I en DIDU	manuel12-28@hotmail.com 964998386	
3	Ruiz Ramirez Christian Ronaldo	MDM	Técnico DIDU	ronaldo_ruiz6@hotmail.com	
4	Guevara Flores Fransis Floy	MDM	Técnico DIDU	fransisgf@gmail.com	
5	Cristian Jungl Hidalgo Adrianzen	MDM	ARQ DCCU	cristian91.2@hotmail.com	
6	Henry Richard Carrasco Mendoza	MDM	Técnico DCCU	Hcarrascoam.30@gmail.com	
7	Angel Hidalgo Soldarriaga	MDM	Técnico DCCU	yo_10mac16@hotmail	
8	Exiliery Agurto Zapata	MDM	ING. DIDU	yeria2408@gmail.com	
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					

CUADRICULADO

Anexo 5. Listas de participantes de las capacitaciones sobre el levantamiento de perfiles de playa, durante el segundo periodo, verano.

Lista de funcionarios de la municipalidad distrital de Chancay, provincia de Huaral, Lima, que participaron en la capacitación sobre el levantamiento de perfiles de playa. Esta capacitación se realizó el 24/12/2020 en la playa de Chancay, frente a la estación del perfil *PCHB*.



LISTA DE PARTICIPANTES

CAPACITACIÓN SOBRE LEVANTAMIENTO DE PERFILES DE PLAYA

Ponente: Félix Campusano Baltazar Lugar: Playa puerto Chancay Fecha: 24-12-2020

N°	Apellidos y Nombres	Institución	Cargo	Correo	Teléfono	Firma
1	Ramos Fuentes Oscar	Mun. Distrit. Chancay	Ofc de M. Ambiental	ojirf@hotmail.com	980710203	
2	Silva Brano Connie	Mun. Distrital de Chancay	Promotora Ambiental	conniesb.n@gmail.com	976601976	Connie.
3	Tesen León Karolain	Mun. Distrital Chancay	Técnico: Educación Amb.	karolain.tesen@gmail.com	960 811420	
4	Sánchez Vega Claudia	Mun. Distrital de Chancay	Esper. En Monitoreo A.	claudiasoxana1@hotmail.com	960979455	
5	Castro Tena Lucero	Profonanpe	Articulador de Campo	lcastrotena@gmail.com	979705110	
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

Lista de funcionarios de la municipalidad provincial de Huaura, Lima, que participaron en la capacitación sobre el levantamiento de perfiles de playa. Esta capacitación se realizó el 27/12/2020 en la playa de Chorrillos, frente a la estación del perfil *PHUC*.

LISTA DE PARTICIPANTES

CAPACITACIÓN SOBRE LEVANTAMIENTO DE PERFILES DE PLAYA

Ponente: Félix Campusano Baltazar **Lugar:** Playa Huacho - Chorrillos **Fecha:** 27-12-2020

N°	Apellidos y Nombres	Institución	Cargo	Correo	Teléfono	Firma
1	Rospigliosi Yazaco, Juan	Mun. Prov. de Huaura	Gerente de Gest. Ambiental	jrospigliosiyazaco@gmail.com	969749902	
2	Villanueva Mejía, Alithu	MUN. Prov. HUAURA		alithuvm@gmail.com	965766928	
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

Lista de funcionarios de la municipalidad distrital de Supe Puerto, provincia Barranca, Lima, que participaron en la capacitación sobre el levantamiento de perfiles de playa. Esta capacitación se realizó el 28/12/2020 en la playa de la Isla del Faraón, frente a la estación del perfil *PLIA*.

LISTA DE PARTICIPANTES

CAPACITACIÓN SOBRE LEVANTAMIENTO DE PERFILES DE PLAYA

Ponente: Félix Campusano Baltazar **Lugar:** Playa La Isla, Supe Puerto **Fecha:** 28-12-2020

N°	Apellidos y Nombres	Institución	Cargo	Correo	Teléfono	Firma
1	Herrera Aquino, Jovana	MDSP	Asistente SGSP	jovanaherreraquino@hot	912020942	
2	Haro Cruz, Augusto	MDSP.	Sub-Gte SSPP	augusto mhc@gmail	990287448	
3	Velarde Bermudez, Hugo	MDSP	encargado meta de residuos solidos	hugosazub@gmail.com	943903024	
4	Ruiz Reyes Luis Manuel	MDSP	Sub. GGUyR	lmanuelreyes@hot	953732311	
5	Rivera Salas Ronald	MDSP	J. AREA [illegible]	ronaldrivera salas@Gmail.	914850320	
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

11. Glosario

Acantilado: Son formaciones rocosas costeras con pendientes empinadas (usualmente más de 40°, pero a menudo vertical y a veces sobresalientes) producidas por erosión marina basal, y ocasionalmente por fallas geológicas o por erosión antigua fluvial o glacial. Hay acantilados con formaciones sin consolidar, también hay acantilados de hielo en las terminaciones hacia el mar de glaciares y capas de hielo. Los acantilados que alcanzan alturas hasta 100-500 m sobre el nivel del mar, son denominados acantilados altos, mientras aquellos que exceden los 500 m son denominados mega acantilados. Los acantilados costeros generalmente están retrocediendo como el resultado de la erosión marina en sus bases, acompañado por la erosión subaérea de la parte frontal del acantilado.

Día lunar: Es el periodo de tiempo para que la luna complete una órbita alrededor de la tierra y retorne a la misma fase.

Geomorfología costera: Rama de la geomorfología, que trata sobre las formas de los rasgos costeros, y los procesos y cambios que suceden en ellos.

Línea de costa (Coastline): Es la línea que indica el cambio geomorfológico entre la playa y la costa. En una costa con acantilado la línea de costa sería el pie del acantilado con presencia de la máxima marea. En un sistema de playa-duna, la línea de costa sería la interfase entre la playa y la duna.

Línea de orilla (Shoreline): Puede ser definida instantáneamente como el intercepto del nivel de agua promedio a lo largo de la playa, la cual cambia conforme la marea sube y baja.

Marea: Es el ascenso y descenso periódico de las superficies del océano y de otros cuerpos de agua grandes debida principalmente a la atracción gravitacional entre la luna, el sol y el planeta tierra.

Mareas de sicigias: Denominadas también mareas vivas, son mareas que ocurren en la luna nueva y la luna llena, cuando la tierra, la luna y el sol están alineados.

Morfodinámica costera: Estudio de los cambios de los rasgos físicos y ambientales en las regiones costeras, que ocurren sobre un rango de escalas de tiempo y espacio de horas, días a décadas y de metros a decenas de kilómetros respectivamente.

Muelles (desembarcadero): Estructuras solidas construidas en soportes múltiples más o menos a ángulos rectos a la línea de costa. Usualmente son diseñados para permitir a los barcos realizar el atraque para el embarque o desembarque. Por debajo de los muelles las olas, corrientes y el arrastre de sedimentos pasan casi sin impedimento.

Playa (beach or shore): Porción del perfil sujeto a la acción de las olas y el cual está expuesto en forma subaérea.

Rango relativo de marea (*RTR*): Parámetro definido como el rango de mareas de sicigias dividido la altura de ola de rompiente (Mangor, 2004).

Velocidad adimensional de caída (Ω): Parámetro que clasifica las playas, relacionando el clima de oleaje y la gravedad especifica de los granos de arena (Wright & Short, 1984; Cuevas-Jiménez & Euán-Ávila, 2009).

Zona costera: Es aquella parte de tierra afectada por su proximidad al mar y aquella parte del océano afectada por su proximidad a la tierra. Zona costera es un término amplio para el área influenciada por la proximidad hacia la costa; los límites en tierra y en mar son definidos sin precisión. El límite en tierra podría ser un poco de cientos de metros hacia el interior desde la parte superior de un acantilado o varios kilómetros donde hay dunas extensas de arena, o a lo largo de estuarios mareales. El límite hacia el mar podría ser el borde de la plataforma continental y usualmente son al menos varios kilómetros desde la orilla del mar.